

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

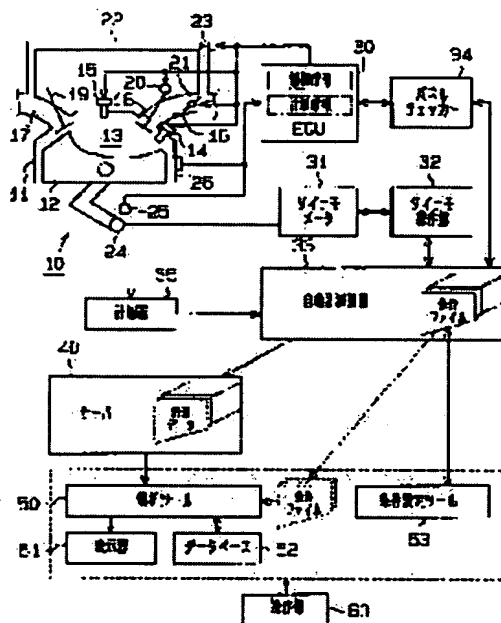
(11)Publication number : 2002-206456  
(43)Date of publication of application : 26.07.2002

F02D 45/00  
G05B 13/04

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(72)Inventor : KAERIYAMA TORU  
KATOU SENJI

SOLUTION: A load generated by an output shaft 24 of the engine 10 is absorbed by a dynamometer 31 to generate a condition that the engine 10 is mounted on a vehicle for simulation. The value of the control parameter is set variously to measure various characteristics value of the engine 10. On the basis of the result of the measurement, a model equation setting the relation between various control parameters and various characteristics values of the engine is obtained by an analysis tool 50. Adaptive value satisfying the request condition is computed on the basis of the model formula, and this model formula is stored in a database 52. Actual evaluation of a vehicle using the computed adaptation value, is performed to re-examine the request condition, and the adaptation value is re-computed, on the basis of the request condition and the model formula.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the adaptation approach of the engine control parameter to which the control parameter in each engine operational status is fitted so that the weighted solidity of this engine may fulfill requirements. While asking for the model type which measured the weighted solidity of said engine beforehand for every operational status of this engine, and defined the relation of said each control parameter and weighted solidity of these engines While computing the adaptation value of the control parameter with which it is satisfied of said requirements about the weighted solidity of said engine based on these model type and supervising said weighted solidity when carrying out engine control based on this computed adaptation value The adaptation approach of the engine control parameter characterized by repeating calculation of the adaptation value of said control parameter based on said model type, improving these requirements until the weighted solidity to supervise fulfills desired requirements.

[Claim 2] the control parameter in each engine operational status making it suit so that the weighted solidity of this engine may fulfill requirements While asking for the model type which measured the weighted solidity of said engine beforehand for every operational status of this engine, and defined the relation of said each control parameter and weighted solidity of these engines It is the adaptation approach of the engine control parameter which computes the adaptation value of the control parameter with which it is satisfied of said requirements about the weighted solidity of said engine based on these model type. Measurement of \*\*\*\* for said every operational status about the weighted solidity of said engine A representation point is beforehand defined about each following process and the service condition of the engine which asks for calculation of the a aforementioned adaptation value. the process which measures the weighted solidity of said engine in the defined representation point, and b. -- the process which asks for the model type which defined the relation between a control parameter and engine weighted solidity based on this measurement result -- and c. -- the process which computes the optimum value with which it is satisfied of the requirements about the weighted solidity of said engine of the control parameter in said representation point from this model type for which it asked -- and d. -- the process which asks for the prediction type which defines the relation of an engine operational status and an engine corresponding adaptation value based on this computed optimum value -- and e. -- the process which presumes the adaptation value over all the service conditions of the engine which asks for calculation of said adaptation value from this prediction type for which it asked -- and f. -- pass the process which measures each [ about the weighted solidity of said engine / said ] operational status of every on the basis of the control parameter set as the these presumed adaptation value and its near -- the adaptation approach of the engine control parameter characterized by being carried out.

[Claim 3] said representation point sets to each \*\* for every operating range from which said engine differs -- having -- said prediction type -- \*\*\*\*\* -- the adaptation approach of the engine control parameter according to claim 2 for which each \*\* is asked for every operating range.

[Claim 4] The value near [ where said engines differ among the adaptation values presumed by said prediction type ] the boundary of a operating range is the adaptation approach of the engine control parameter according to claim 3 by which gradual change processing is carried out so that the adaptation

value change in the operating range which they-corresponds may not change suddenly.

[Claim 5] By asking for the model type which defined the relation between engine operational status and the adaptation value of an engine control parameter It is the adaptation approach of the engine control parameter which computes the adaptation value corresponding to each engine operational status. After the process which sets up preparatorily the model type which defined the relation between engine operational status and the adaptation value of an engine control parameter, Each following process, the process which computes the adaptation value in at least one point other than said measure point from the a. aforementioned model type, and b. -- the process which performs measurement by the service condition concerned about the weighted solidity of said engine on the basis of the control parameter set as this computed adaptation value and its near -- and c. -- the process which asks for the relational expression of the control parameter concerned and engine weighted solidity based on this measurement result -- and d. -- the process which computes the adaptation value of the control parameter with which it is satisfied of the requirements about the engine weighted solidity in the operational status concerned from this relational expression for which it asked -- and e. -- the process which updates said model type based on this computed adaptation value -- arbitration \*\*\*\*\* -- the adaptation approach of the engine control parameter characterized by asking for the model type which defined the relation between engine operational status and the adaptation value of an engine control parameter by things.

[Claim 6] The process which asks for the model type which defined the relation between engine operational status and the adaptation value of an engine control parameter preparatorily in the adaptation approach of an engine control parameter according to claim 5 The process which sets some measure points from the operational status of said engine, and measures the weighted solidity of said engine in this set measure point, And the process which asks for the relational expression of a control parameter and engine weighted solidity based on this measurement result, And the process which computes the optimum value with which it is satisfied of the requirements about the weighted solidity of said engine of the control parameter in said measure point from this relational expression for which it asked, And the adaptation approach of the engine control parameter characterized by consisting of each process of process \*\* of asking for the model type which defines the relation of an engine operational status and an engine corresponding adaptation value based on this computed optimum value.

[Claim 7] In case the control parameter in each engine operational status is fitted so that the weighted solidity of this engine may fulfill requirements While measuring the weighted solidity of said engine beforehand for every operational status of this engine and asking for the relational expression of said each control parameter and weighted solidity of these engines It is the adaptation approach of the engine control parameter which computes the adaptation value of the control parameter with which it is satisfied of said requirements about the weighted solidity of said engine based on these relational expression. Measurement of \*\*\*\* for said every operational status about the weighted solidity of said engine, and \*\*\*\* of the relational expression of said each control parameter and weighted solidity of these engines, And the calculation of the adaptation value of a control parameter which satisfies said requirements about the weighted solidity of said engine based on these relational expression A representation point is beforehand defined about each following process and the service condition of the engine which asks for calculation of the a. aforementioned adaptation value. the process which measures the weighted solidity of said engine in this defined representation point, and b. -- the process which asks for the relational expression of a control parameter and engine weighted solidity based on this measurement result -- and c. -- the process which computes the optimum value with which it is satisfied of the requirements about the weighted solidity of said engine of the control parameter in said representation point from this relational expression for which it asked -- and d. -- with the process which asks for the model type which defines the relation of an engine operational status and an engine corresponding adaptation value based on this computed optimum value Each next process until this adaptation value can be found about all the service conditions of the engine which asks for calculation of said adaptation value, e. The process which chooses at least one point other than the point previously measured about the service condition of the engine which asks for calculation of said adaptation value, and f. -- the process which presumes the adaptation value in said selected point from said model type for

which it asked -- and g. -- the process which performs measurement by the service condition concerned about the weighted solidity of said engine on the basis of the control parameter set as this presumed adaptation value and its near -- and h. -- the process which asks for the relational expression of the control parameter concerned and engine weighted solidity based on this measurement result -- and i. -- the process which computes the adaptation value with which it is satisfied of the requirements about the weighted solidity of said engine of the control parameter in said selected point from this relational expression for which it asked -- and j. -- pass the repeat of process \*\* which updates said model type for which it asked based on this computed adaptation value -- the adaptation approach of the engine control parameter characterized by being carried out.

[Claim 8] The adaptation approach of the engine control parameter according to claim 5 to 7 updated by each \*\* while each \*\* is asked for said model type for every operating range divided into plurality.

[Claim 9] The value near [ where said engines differ ] the boundary of a operating range is the adaptation approach of the engine control parameter according to claim 8 by which gradual change processing is carried out so that the adaptation value change in the operating range which they-corresponds may not change suddenly.

[Claim 10] The adaptation approach of an engine control parameter according to claim 9 that the processing function for said gradual change processing is updated based on the adaptation value in the operating range concerned computed by then when said selected point hits near [ where these engines differ ] the boundary of a operating range.

[Claim 11] The adaptation approach of the engine control parameter which computes the adaptation value corresponding to each engine operational status by dividing an engine operating range into two or more fields to which properties differ, and setting up the this divided model type which defined the relation between engine operational status and adaptation values of a corresponding engine control parameter for every field.

[Claim 12] The value near the boundary of said divided operating range among the adaptation values computed based on said model type is the adaptation approach of the engine control parameter according to claim 11 by which gradual change processing is carried out so that the adaptation value change in the operating range which they-corresponds may not change suddenly.

[Claim 13] the control parameter in each engine operational status making it suit so that the weighted solidity of this engine may fulfill requirements While asking for the model type which measured the weighted solidity of said engine beforehand for every operational status of this engine, and defined the relation of said each control parameter and weighted solidity of these engines It is the adaptation approach of the engine control parameter which computes the adaptation value of the control parameter with which it is satisfied of said requirements about the weighted solidity of said engine based on these model type. The adaptation approach of the engine control parameter which divides this into two or more fields to which properties differ, and is characterized by the thing which these-divided, and for which said requirements are set as each \*\* for every operating range about the operating range of said engine.

[Claim 14] The value near the boundary of said divided operating range among said adaptation values is the adaptation approach of the engine control parameter according to claim 13 by which gradual change processing is carried out so that the adaptation value change in the operating range which they-corresponds may not change suddenly.

[Claim 15] It is the adaptation system of the engine control parameter to which the control parameter in each engine operational status is fitted so that the weighted solidity of this engine may fulfill requirements. A means to measure the weighted solidity of said engine for every operational status of this engine, A means to ask for the model type which defined the relation of said each control parameter and weighted solidity of these engines based on these measurement values, The means which carries out storage maintenance of the \*\*\*\*\* model type, and a means to input the requirements about the weighted solidity of said engine, A means to compute the adaptation value of each of said control parameter with which it is satisfied of these requirements based on said model type by which storage maintenance was carried out and said inputted requirements, A means to upervise that weighted solidity

in case said engine is controlled based on the adaptation value of this computed control parameter, and to hold that monitor result, The adaptation system of the engine control parameter which carries out data processing of the relation between the they-held monitor result and its corresponding control parameter suitably, and is characterized by having a means to support said reexamination of requirements which should be inputted in the propriety assessment about said computed adaptation value, and a list.

[Claim 16] It is the adaptation system of the engine control parameter to which the control parameter in each engine operational status is fitted so that the weighted solidity of this engine may fulfill requirements. A means to measure the weighted solidity of said engine for every operational status of this engine, The means which carries out storage maintenance of these measurement values, and a means to ask for the model type which defined the relation of said each control parameter and weighted solidity of these engines based on this measurement value by which storage maintenance was carried out, A means to compute the adaptation value of each of said control parameter with which it is satisfied of these requirements based on a means to input the requirements, and said called-for model type and said inputted requirements, about the weighted solidity of said engine, A means to supervise that weighted solidity in case said engine is controlled based on the adaptation value of this computed control parameter, and to hold that monitor result, The adaptation system of the engine control parameter which carries out data processing of the relation between the they-held monitor result and its corresponding control parameter suitably, and is characterized by having a means to support said reexamination of requirements which should be inputted in the propriety assessment about said computed adaptation value, and a list.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the adaptation approach of an engine control parameter, and an adaptation system.

[0002]

[Description of the Prior Art] As everyone knows, on the occasion of control of for example, the engine for cars, complicated control is made in order to fill various demands, such as an exhaust air emission property, and an ignition quality, a fuel consumption property. That is, the adaptation value of various control parameters, such as optimal fuel oil consumption and optimal fuel injection timing, according to the operational status of the engine determined based on an engine rotational speed and an engine load is set up beforehand, and transit with which are satisfied of the constraint to the exhaust air emission which performs engine control made into these objects based on this set-up adaptation value etc. is enabled.

[0003] Moreover, on an engine bench, this adaptation value repeats trial-and-error, and is usually calculated. That is, an engine output shaft and an engine dynamometer are connected with a revolution driving shaft, and the condition that an engine is carried in a car and operated by absorbing engine load torque as test torque in a dynamometer is made in false. And for every various operational status determined, for example based on an engine rotational speed, an engine load, etc., an engine control parameter is set as various values, and the optimal value of this parameter is acquired from the measurement value about the various weighted solidity of engines, such as a NOx discharge at that time, and fuel consumption, as an adaptation value.

[0004] Thus, the huge time amount accompanying trial-and-error and it is needed for acquisition of the adaptation value of an engine control parameter. About acquisition of the adaptation value especially applied to the automatic control of engines accompanied by stratification combustion, such as a cylinder-injection-of-fuel type gasoline engine, since there are many the control parameters, such a problem is also serious.

[0005] Then, the proposal which computes the model type of a low degree about engine output characteristics based on some measure points, and acquires the above-mentioned adaptation value is made so that JP,2000-248991,A may see conventionally. That is, the various weighted solidity of the above-mentioned engine to the value of some engine control parameters is measured for every torque with each engine rotational speed, and the relation between a control parameter and these weighted solidity is expressed by the model formula of a low degree based on this. And the value of a control parameter in case these weighted solidity fills various demands of exhaust air emission etc. is acquired as an adaptation value using this model type of a low degree. The time amount which can reduce the number of the measure points concerning acquisition of an adaptation value, as a result acquisition of this adaptation value takes by carrying out like this can also be shortened now.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, although the measure points concerning acquisition of an adaptation value are reducible by using the model type of a low degree, the reliability



of the model type of a low degree is influenced greatly at the measure point of a control parameter. For this reason, in order to compute the high adaptation value of reliability, it is necessary to carry out a certain trial-and-error for acquiring a value suitable as a measure point of a parameter, and there is a possibility of increasing a measure point as a result.

[0007] Furthermore, when there are many parameters as the above-mentioned adaptation value, or when various demands to engine weighted solidity must be covered, difficulty may follow on creating the model type of a low degree [ above ] itself.

[0008] This invention is made in view of such the actual condition, and the object is in offering the adaptation approach of an engine control parameter and adaptation system which can acquire the high adaptation value of precision more, reducing the manday concerning adaptation also to buildup of the demand to the number and the various engine weighted solidity of an engine control parameter.

[0009]

[Means for Solving the Problem] Hereafter, the means and its operation effectiveness for attaining the above-mentioned object are indicated. Invention according to claim 1 is the adaptation approach of the engine control parameter to which the control parameter in each engine operational status is fitted so that the weighted solidity of this engine may fulfill requirements. While asking for the model type which measured the weighted solidity of said engine beforehand for every operational status of this engine, and defined the relation of said each control parameter and weighted solidity of these engines While computing the adaptation value of the control parameter with which it is satisfied of said requirements about the weighted solidity of said engine based on these model type and supervising said weighted solidity when carrying out engine control based on this computed adaptation value Let it be the summary to repeat calculation of the adaptation value of said control parameter based on said model type, improving these requirements until the weighted solidity to supervise fulfills desired requirements.

[0010] By the above-mentioned approach, the model type which measured engine weighted solidity beforehand for every operational status of this engine, and defined the relation of said each control parameter and weighted solidity of these engines, for example by the test bench etc. is called for. Furthermore, the adaptation value of the control parameter with which it is satisfied of said requirements about the weighted solidity of said engine based on these model type is computed.

[0011] In this way, as for the adaptation value of the computed control parameter, the validity is again examined by for example, real vehicle transit etc. Therefore, even if various demands to engine weighted solidity were imposed, it becomes computable [ the adaptation value with which these requirements are filled ] through assessment of actual weighted solidity in case an engine is operated based on the once computed adaptation value. moreover, the case where calculation of an adaptation value is repeated -- be -- since they are altogether performed based on a model type, measurement of \*\*\*\* about the weighted solidity for every engine operational status is not repeated In addition, on the occasion of calculation of an adaptation value for the second time, the above-mentioned model type may be memorized and the measurement value of \*\*\*\* about the above-mentioned weighted solidity may be memorized. If there are these measurement values, it can ask for a model type easily.

[0012] invention according to claim 2 the control parameter in each engine operational status to make it suit so that the weighted solidity of this engine may fulfill requirements While asking for the model type which measured the weighted solidity of said engine beforehand for every operational status of this engine, and defined the relation of said each control parameter and weighted solidity of these engines It is the adaptation approach of the engine control parameter which computes the adaptation value of the control parameter with which it is satisfied of said requirements about the weighted solidity of said engine based on these model type. Measurement of \*\*\*\* for said every operational status about the weighted solidity of said engine A representation point is beforehand defined about each following process and the service condition of the engine which asks for calculation of the a. aforementioned adaptation value. the process which measures the weighted solidity of said engine in this defined representation point, and b. -- the process which asks for the model type which defined the relation between a control parameter and engine weighted solidity based on this measurement result -- and c. -- the process which computes the optimum value with which it is satisfied of the requirements about the

weighted solidity of said engine of the control parameter in said representation point from this model type for which it asked -- and d. -- the process which asks for the prediction type which defines the relation of an engine operational status and an engine corresponding adaptation value based on this computed optimum value -- and e. -- the process which presumes the adaptation value over all the service conditions of the engine which asks for calculation of said adaptation value from this prediction type for which it asked -- and f. -- pass the process which measures each [ about the weighted solidity of said engine / said ] operational status of every on the basis of the control parameter set as the these-presumed adaptation value and its near -- let it be the summary to be carried out.

[0013] By the above-mentioned approach, in the process of above-mentioned (a) - (d), the prediction type which defines the relation between an engine operation condition and its corresponding adaptation value is computed, and the adaptation value over all the service conditions of the engine which asks for calculation of an adaptation value based on this prediction type is presumed. And engine weighted solidity is measured for every operational status on the basis of the control parameter set as this presumed adaptation value and its near.

[0014] thus, the case where the number of measure points is reduced in order to measure engine weighted solidity according to the above-mentioned approach, after narrowing down the value of a control parameter near the field where an adaptation value exists beforehand -- be -- an adaptation value can be computed now with a sufficient precision.

[0015] in invention according to claim 2, said representation point sets invention according to claim 3 to each \*\* for every operating range from which said engine differs -- having -- said prediction type -- \*\*\*\*\* -- let it be the summary to ask each \*\* for every operating range.

[0016] By the above-mentioned approach, a prediction type is computed for each [ which was divided into plurality ] operating range of every. for this reason, the case where various engine properties change notably with engine operating range -- be -- this prediction type can be made now into what has a good precision. moreover, the case where the above-mentioned prediction type is made into the model type of a low degree by the thing from which a property differs notably and for which the prediction type of each \*\* is computed for every field -- be -- the relation between each engine operational status and the adaptation value of a control parameter can be exactly expressed now.

[0017] The value near [ where, as for invention according to claim 4, said engine among the adaptation values presumed by said prediction type in invention according to claim 3 differs from each other ] the boundary of a operating range makes it the summary to carry out gradual change processing so that the adaptation value change in the operating range which they-corresponds may not change suddenly.

[0018] By the above-mentioned approach, it can control now suitably that an adaptation value change changes suddenly by performing gradual change processing [ near / where engines differ / the boundary of a operating range ].

[0019] Invention according to claim 5 is asking for the model type which defined the relation between engine operational status and the adaptation value of an engine control parameter. It is the adaptation approach of the engine control parameter which computes the adaptation value corresponding to each engine operational status. After the process which sets up preparatorily the model type which defined the relation between engine operational status and the adaptation value of an engine control parameter, Each following process, the process which computes the adaptation value in at least one point other than said measure point from the a. aforementioned model type, and b. -- the process which performs measurement by the service condition concerned about the weighted solidity of said engine on the basis of the control parameter set as this computed adaptation value and its near -- and c. -- the process which asks for the relational expression of the control parameter concerned and engine weighted solidity based on this measurement result -- and d. -- the process which computes the adaptation value of the control parameter with which it is satisfied of the requirements about the engine weighted solidity in the operational status concerned from this relational expression for which it asked -- and e. -- the process which updates said model type based on this computed adaptation value -- arbitration \*\*\*\*\* -- let it be that summary to ask for the model type which defined the relation between engine operational status and the adaptation value of an engine control parameter by things.

[0020] By the above-mentioned approach, the adaptation value in at least one point is computed using the model type which defined the relation between engine operational status and the adaptation value of an engine control parameter. And the adaptation value computed by the process of the above (c) and (d) although the number of measure points is reduced in this new measurement by setting a control parameter as the computed adaptation value and its near, and measuring engine weighted solidity becomes what has a good precision. Furthermore, the precision of this model type itself can also be raised now by a model type being updated based on this computed adaptation value.

[0021] Therefore, according to the above-mentioned approach, the precision of the model type considered as a request can control now suitably being greatly influenced by the measurement result in the precision of the model type set up first preparatorily, and the point measured first.

[0022] In addition, the process which asks for the model type which defined the relation between the engine operational status and the adaptation values of an engine control parameter in this invention according to claim 5 preparatorily. Some measure points are set from the operational status of said engine so that according to invention according to claim 6. The process which measures the weighted solidity of said engine in this set measure point, and the process which asks for the relational expression of a control parameter and engine weighted solidity based on this measurement result, And the process which computes the optimum value with which it is satisfied of the requirements about the weighted solidity of said engine of the control parameter in said measure point from this relational expression for which it asked, And you may consider as the process which asks for the model type which defines the relation of an engine operational status and an engine corresponding adaptation value based on this computed optimum value.

[0023] moreover, in computing a control parameter eventually using the model type in this invention according to claim 6, for example, applying to an engine control map etc. In case the control parameter in each engine operational status so that according to invention according to claim 7 is fitted so that the weighted solidity of this engine may fulfill requirements. While measuring the weighted solidity of said engine beforehand for every operational status of this engine and asking for the relational expression of said each control parameter and weighted solidity of these engines. It is the adaptation approach of the engine control parameter which computes the adaptation value of the control parameter with which it is satisfied of said requirements about the weighted solidity of said engine based on these relational expression. Measurement of \*\*\*\* for said every operational status about the weighted solidity of said engine, and \*\*\*\* of the relational expression of said each control parameter and weighted solidity of these engines, And the calculation of the adaptation value of a control parameter which satisfies said requirements about the weighted solidity of said engine based on these relational expression. A representation point is beforehand defined about each following process and the service condition of the engine which asks for calculation of the a. aforementioned adaptation value. the process which measures the weighted solidity of said engine in this defined representation point, and b. -- the process which asks for the relational expression of a control parameter and engine weighted solidity based on this measurement result -- and c. -- the process which computes the optimum value with which it is satisfied of the requirements about the weighted solidity of said engine of the control parameter in said representation point from this relational expression for which it asked -- and d. -- with the process which asks for the model type which defines the relation of an engine operational status and an engine corresponding adaptation value based on this computed optimum value. Each next process until this adaptation value can be found about all the service conditions of the engine which asks for calculation of said adaptation value, e. The process which chooses at least one point other than the point previously measured about the service condition of the engine which asks for calculation of said adaptation value, and f. -- the process which presumes the adaptation value in said selected point from said model type for which it asked -- and g. -- the process which performs measurement by the service condition concerned about the weighted solidity of said engine on the basis of the control parameter set as this presumed adaptation value and its near -- and h. -- the process which asks for the relational expression of the control parameter concerned and engine weighted solidity based on this measurement result -- and i. -- the process which computes the adaptation value with which it is satisfied of the requirements about the

weighted solidity of said engine of the control parameter in said selected point from this relational expression for which it asked -- and j. -- pass the repeat of process \*\* which updates said model type for which it asked based on this computed adaptation value -- it may be made to be carried out.

[0024] In invention according to claim 5 to 7, it makes it the summary to be updated by each \*\* while each \*\* is asked for invention according to claim 8 for every operating range by which said model type was divided into plurality.

[0025] By the above-mentioned approach, a prediction type is set as according to for each [ which was divided into plurality ] operating range of every, respectively. for this reason, the case where various engine properties change notably with engine operating range -- be -- a prediction type can be made now into what has a good precision. moreover, the case where the above-mentioned prediction type is made into the model type of a low degree by the thing from which a property differs notably and for which the prediction type of each \*\* is computed for every field -- be -- the relation between each engine operational status and the adaptation value of said control parameter can be exactly expressed now.

[0026] The value near [ where, as for invention according to claim 9, said engines differ in invention according to claim 8 ] the boundary of a operating range makes it the summary to carry out gradual change processing so that the adaptation value change in the operating range which they-corresponds may not change suddenly.

[0027] By the above-mentioned approach, it can control now suitably that an adaptation value changes suddenly by performing gradual change processing [ near / where engines differ / the boundary of a operating range ]. In invention according to claim 9, invention according to claim 10 makes it that summary to update the processing function for said gradual change processing based on the adaptation value in the operating range concerned computed by then, when said selected point hits near [ where these engines differ ] the boundary of a operating range.

[0028] By the above-mentioned approach, when the selected point hits near [ where these engines differ ] the boundary of a operating range, a gradual change function is updated based on the adaptation value in the operating range concerned computed by then. for this reason, the case where the information which sets up a precise gradual change function beforehand in the target engine cannot be acquired -- be -- this gradual change function can be made now into what has a good precision in an adaptation process.

[0029] Invention according to claim 11 divides an engine operating range into two or more fields to which properties differ, is setting up the this divided model type which defined the relation between engine operational status and adaptation values of a corresponding engine control parameter for every field, and makes it the summary to compute the adaptation value corresponding to each engine operational status.

[0030] By the above-mentioned approach, the model type which was divided into plurality and which sets the relation between each engine operational status and the adaptation value of said control parameter to according to for every operating range, respectively is set up. for this reason, the case where an engine property changes notably with engine operating range -- be -- the model type which defines the relation between each engine operational status and the adaptation value of said control parameter can be made now into what has a good precision. moreover, the case where the above-mentioned model type is made into the formula of a low degree by the thing from which a property differs notably and for which the prediction type of each \*\* is computed for every field -- be -- the relation between each engine operational status and the adaptation value of said control parameter can be exactly expressed now.

[0031] The value near the boundary of said divided operating range makes it the summary to carry out gradual change processing so that the adaptation value change in the operating range which they-corresponds may not change suddenly among the adaptation values by which invention according to claim 12 is computed in invention according to claim 11 based on said model type.

[0032] By the above-mentioned approach, it can control now suitably that an adaptation value changes suddenly by performing gradual change processing [ near / where engines differ / the boundary of a operating range ]. invention according to claim 13 the control parameter in each engine operational

status to make it suit so that the weighted solidity of this engine may fulfill requirements While asking for the model type which measured the weighted solidity of said engine beforehand for every operational status of this engine, and defined the relation of said each control parameter and weighted solidity of these engines It is the adaptation approach of the engine control parameter which computes the adaptation value of the control parameter with which it is satisfied of said requirements about the weighted solidity of said engine based on these model type. About the operating range of said engine, this is divided into two or more fields to which properties differ, and let the thing which these-divided and for which said requirements are set as each \*\* for every operating range be the summary.

[0033] According to the above-mentioned approach, about an engine operating range, this can be divided into two or more fields to which properties differ, and an adaptation value can be promptly computed by the thing which these-divided and for which said requirements are set as each \*\* for every operating range. That is, if the same requirements are set up between the fields where properties differ, in order for the solution of an adaptation value not to exist and to overcome this situation in this case, new trial-and-error etc. are needed. For example, setting up requirements for every operational status also needs many trial-and-error for the setting out. On the other hand, according to the above-mentioned approach, the adaptation value which fills these requirements with the thing which divided, and for which said requirements are set as each \*\* for every operating range can be exactly computed now.

[0034] Let it be the summary to carry out gradual change processing of the invention according to claim 14 in invention according to claim 13, so that the adaptation value change in the operating range to which the value near the boundary of said divided operating range among said adaptation values they-corresponds may not change suddenly.

[0035] According to the above-mentioned approach, it can control now suitably that an adaptation value changes suddenly by performing gradual change processing [ near / where engines differ / the boundary of a operating range ]. Invention according to claim 15 is the adaptation system of the engine control parameter to which the control parameter in each engine operational status is fitted so that the weighted solidity of this engine may fulfill requirements. A means to measure the weighted solidity of said engine for every operational status of this engine, A means to ask for the model type which defined the relation of said each control parameter and weighted solidity of these engines based on these measurement values, The means which carries out storage maintenance of the \*\*\*\*\* model type, and a means to input the requirements about the weighted solidity of said engine, A means to compute the adaptation value of each of said control parameter with which it is satisfied of these requirements based on said model type by which storage maintenance was carried out and said inputted requirements, A means to supervise that weighted solidity in case said engine is controlled based on the adaptation value of this computed control parameter, and to hold that monitor result, Let it be the summary to have a means to carry out data processing of the relation between the they-held monitor result and its corresponding control parameter suitably, and to support said reexamination of requirements which should be inputted in the propriety assessment about said computed adaptation value, and a list.

[0036] In case said engine is controlled by the above-mentioned configuration based on the adaptation value of the computed control parameter, the weighted solidity can be supervised, and the weighted solidity of the operational status and the engine at the time of the engine for example, by a real vehicle driving test etc. and the value of a control parameter can be acquired by using a means to hold the monitor result. Moreover, based on various elements, requirements can be again looked over easily with a means to carry out data processing of the relation between the they-held monitor result and its corresponding control parameter suitably, and to support said reexamination of requirements which should be inputted in the propriety assessment about said computed adaptation value, and a list.

[0037] In this way, when requirements are improved, the adaptation value of each of said control parameter with which are satisfied of these requirements based on the above-mentioned model type only by inputting new requirements is computed. Therefore, in order to acquire the adaptation value with which these requirements are filled on the occasion of reexamination of requirements, it is not necessary to perform new measurement, and adaptation manday can be reduced.

[0038] Therefore, according to the above-mentioned configuration, although the adaptation manday is

reduced, the adaptation value with which various requirements are filled can be acquired. In addition, it is good also as a configuration which carries out storage maintenance of the measurement value used in order to compute this model type so that according to invention according to claim 16 instead of considering as the configuration which carries out storage maintenance of the model type so that according to this invention according to claim 15.

[0039]

[Embodiment of the Invention] (1st operation gestalt) It explains, referring to a drawing about the 1st operation gestalt which applied the adaptation approach of an engine control parameter and adaptation system concerning this invention to calculation of the adaptation value hereafter to the control map at the time of the stratification combustion in a cylinder-injection-of-fuel type gasoline engine. In addition, rotational speed and a load define engine operational status, and, as for this control map, either [ at least ] these rotational speed (ne) or a load (kl) sets up the adaptation value of a control parameter to a mutually different service condition of 120 points, respectively.

[0040] Drawing 1 is the block diagram showing the whole adaptation system configuration of the engine control parameter concerning this operation gestalt. As shown in this drawing 1, the cylinder-injection-of-fuel mold gasoline engine 10 used as the object controlled by the control parameter equips with the injector 14 the combustion chamber 13 as for which partition formation is carried out by a cylinder 11 and the piston 12 above this combustion chamber 13 that direct injection of a fuel should be made possible. Furthermore, the engine 10 is equipped with the ignition plug 15 for lighting the gaseous mixture in a combustion chamber 13.

[0041] Air is inhaled from the inhalation-of-air path 16 in the above-mentioned combustion chamber 13, and while this becomes gaseous mixture with the above-mentioned fuel by which injection is carried out, the combustion gas by the above-mentioned ignition of this gaseous mixture has structure discharged to a flueway 17 from this combustion chamber 13 as exhaust air. Each timing of blowdown of inhalation of the air from this inhalation-of-air path 16 and the exhaust air to a flueway 17 is set up by the valve-opening timing of an intake valve 18 and the exhaust air bulb 19, respectively. And in the case of the engine 10 illustrated here, adjustable setting out of the valve-opening timing (the amount of overlap with the valve-opening period of the exhaust air bulb 19) of this intake valve 18 is carried out by the adjustable valve timing device (it is called Following VVT) 20.

[0042] On the other hand, metering of the air content incorporated in the combustion chamber 13 of an engine 10 is carried out by the electronics control throttle 21 prepared in the middle of the inhalation-of-air path 16. Moreover, a part of exhaust air discharged to the flueway 17 is returned to the inhalation-of-air path 16 through the EGR path 22. And metering of this displacement returned is carried out by the amount of valve opening of EGR valve 23.

[0043] Control of such an engine 10 is performed by the electronic control (henceforth ECU) 30. Moreover, the information from the various sensors which measure the operational status of rotational-speed sensor 25 grade and an engine prepared in about 24 output shaft of a coolant temperature sensor 26 or an engine 10 is inputted into this ECU30 as measurement information.

[0044] The adaptation system of this operation gestalt which, on the other hand, computes each adaptation value of the control map which sets the various control parameters of the above-mentioned engine 10 as a suitable value is equipped with the automatic-meter-reading equipment 33 which sends a command to the DYNAMO control panel 32 that the dynamometer 31 connected with the output shaft 24 of an engine 10, and the DYNAMO control panel 32 and dynamometer 31 which operate a dynamometer 31 should be controlled on predetermined conditions.

[0045] Here, a dynamometer 31 is absorbing the torque which the output shaft 24 of an engine 10 generates, and is for making it the loaded condition which carried the engine 10 in the car in false, and performing various trials. And the torque which a dynamometer 31 absorbs is controlled by the DYNAMO control panel 32 being operated according to the command from automatic-meter-reading equipment 33.

[0046] Moreover, this adaptation system is equipped with the panel checker 34 who mediates an exchange of the data between ECU30 and automatic-meter-reading equipment 33. And with automatic-

meter-reading equipment 33, the above-mentioned measurement information on the engine 10 held in ECU30 is acquired through this panel checker 34. On the other hand, with this automatic-meter-reading equipment 33, the data equivalent to the amount of treading in of an accelerator pedal etc. are supplied to ECU30 through the panel checker 34 based on the condition of the engine 10 by which a monitor is carried out using this measurement information.

[0047] That is, when an engine 10 is actually carried in a car, based on the measurement information inputted into ECU30, the operational status is controlled from the various above-mentioned sensors etc. On the other hand, when making the condition of having been carried in the car in false using the dynamometer 31, data, such as the amount of treading in of the accelerator pedal reflecting an operator's volition, are not supplied to ECU30. So, with automatic-meter-reading equipment 33, this engine 10 is controlled by supplying the data equivalent to the amount of treading in of such an accelerator pedal etc. to ECU30 through the above-mentioned panel checker 34 to desired operational status.

[0048] On the other hand, in ECU30, it has control maps which can control the engine 10 concerned roughly, such as a control map of the engine of a model similar to this engine 10, as control information of an engine 10. Therefore, at the time of the driving test of the engine 10 by this adaptation system, control of the engine 10 by ECU30 is performed through this control map based on the data inputted from the measurement information and the automatic-meter-reading equipment 33 from the various above-mentioned sensors which detect the condition of this engine 10.

[0049] The command which controls the engine 10 and dynamometer 31 by such automatic-meter-reading equipment 33 is greatly set up based on the condition file in automatic-meter-reading equipment 33. That control parameter is written in each operational status (rotational speed and torque) of every [ which asks for measurement fundamentally in this condition file / of an engine 10 ]. And fixed control of the engine 10 is carried out for every operational status of this, and the output of the engine 10 at that time is measured by the measuring instrument 35. In addition, the monograph affair set up in this condition file is set up by the conditioning tool 53.

[0050] In order to control the operational status of an engine 10 to each operational status set as this condition file, with automatic-meter-reading equipment 33, the data which are equivalent to the amount of treading in of an accelerator pedal through the panel checker 34 at ECU30 are supplied. And control of an engine 10 of the operational status set up through this condition file sets a manual flag to memory or a register in ECU30 etc. through the panel checker 34 with automatic-meter-reading equipment 33. This manual flag is a flag which forbids control of the engine 10 on the above-mentioned control map. If an engine 10 will be in the operational status set up through the above-mentioned condition file, while setting this flag, with automatic-meter-reading equipment 33, fixed control of the control parameter of an engine 10 will be carried out at the value set up in this condition file.

[0051] In this way, under the engine operation condition set as the above-mentioned condition file, where fixed control of the control parameter is carried out with a predetermined control value, various weighted solidity of an engine 10, such as the amount of burn-out fuels, NOx concentration under exhaust air, and the amount of fluctuation of an output torque, is measured by the measuring instrument 35.

[0052] In detail, this instrumentation 35 is equipped with the torque fluctuation meter which carries out computation of the value of the torque meter installed between the fuel consumption meter which measures the fuel quantity supplied to an engine 10, the analyzer which analyzes the NOx concentration in the gas constituents discharged from the flueway 17 of an engine 10 and an engine 10, and the dynamometer 31, and this torque meter. And about the amount of burn-out fuels, computation of the measurement value by the fuel consumption meter is carried out within automatic-meter-reading equipment 33. Moreover, the concentration computed with the analyzer is used as a measurement value, and computation of the NOx concentration is carried out by automatic-meter-reading equipment 33. Furthermore, the amount of fluctuation of an output torque is measured as a value of a torque fluctuation meter, and computation is carried out with automatic-meter-reading equipment 33. The data by which computation was carried out within these automatic-meter-reading equipment 33 turn into measurement data.



[0053] This adaptation system is equipped with the server 40 that this measurement data should be held for every above-mentioned monograph affair file. Moreover, this adaptation system is equipped with the analysis tool 50 which analyzes the measurement data held at this server 40 with the information on a monograph affair file, the indicator 51 which displays the analysis result by this analysis tool 50, and the database 52 which carries out storage maintenance of a part of this analysis result. Furthermore, the above-mentioned adaptation system is equipped with the control unit 60 that these analysis tools 50 and conditioning tool 53 grade should be operated.

[0054] Here, the calculation mode of the adaptation value of the engine control parameter according to the setting-out mode and the above-mentioned analysis tool 50 about the operational status of the engine 10 set as the above-mentioned condition file is explained.

[0055] As mentioned above, with this operation gestalt, the adaptation value of the engine control parameter in these each point is computed in the stratification combustion zone of an engine 10 to the service condition of 120 points which becomes settled by rotational speed and the load.

[0056] And fundamentally, calculation of this adaptation value of 120 points measures the various weighted solidity which set up some values of a control parameter and the engine 10 mentioned above for - each operational status of every.

- ask for the model type of a low degree which defined the relation between each control parameter and the various weighted solidity of an engine 10 for every operational status based on such a measurement result.

- Compute the adaptation value of the control parameter in each operational status from this model type for which it asked based on the requirements beforehand set up to the various weighted solidity of the above-mentioned engine 10 for every operational status.

It is performed by the said procedure.

[0057] The above-mentioned model type [ in / here / this operation gestalt ] makes the various above-mentioned weighted solidity of an engine 10 which carries out measurement the amount BSFC of burn-out fuels, nitrogen oxide emissions NOx, and the amount TF of torque fluctuation, and a bottom type defines the above-mentioned control parameter, using the opening (the amount of EGR(s)) w of the opening x of the electronics control throttle 21, ignition timing y, fuel injection timing z, and EGR valve 23, and the valve-opening stage (the amount of valves overlap, or VVT tooth-lead-angle value) of an intake valve 18 as v.

- The amount of burn-out fuels

$$BSFC = a_{10} + a_{11}xx + a_{12}xy + a_{13}xz + a_{14}xw + a_{15}xv + a_{16}xyxy + a_{17}xwxy + a_{18}xvxy + a_{19}xwxv + \dots \quad (a1)$$

- Nitrogen oxide emissions

$$NOx = a_{20} + a_{21}xx + a_{22}xy + a_{23}xz + a_{24}xw + a_{25}xv + a_{26}xyxy + a_{27}xwxw + a_{28}xvxy + a_{29}xvxx + \dots \quad (a2)$$

- The amount of torque fluctuation

$$TF = a_{30} + a_{31}xx + a_{32}xy + a_{33}xz + a_{34}xw + a_{35}xv + a_{36}xyxy + a_{37}xzxz + a_{38}xvxy + a_{39}xvxx + \dots \quad (a3)$$

Each secondary model type expressed with above-mentioned (a1) - (a3) is a polynomial obtained by removing the term considered that there is little effect by general knowledge about each of each control parameter from the term to the 2nd order, and the term which shows two interaction of the arbitration of this control parameter.

[0058] And in order to ask for a these (a1) - (a3) model type for every above-mentioned operational status, weighted solidity which sets up some values of a control parameter for every \*\*\*\* operational status, and is made into the above-mentioned object of an engine 10 is measured. In case the constant (a10, a20, a30) of the above-mentioned model type and the multiplier (a11, a12, --a21, a22, --a31, a32, --) of the above-mentioned model type are computed by this measurement being related, in order to acquire the precision highest in the minimum measure point, each measure point is set up with a design of experiment.

[0059] Specifically, each control parameter is set as three points of the value of Centrepont and its upper and lower sides for every operational status. And measurement of 29 points is performed using a rectangular table which sets the value of "0" and its upper and lower sides to "+1" and "-1", and illustrates Centrepont to drawing 2 . Setting out for optimizing the information acquired from this



measurement is made this rectangular table reducing the number of measure points to each model type including a interaction term in the mode shown in above-mentioned (a1) - (a3). In addition, in drawing 2, although medium (the 12th point) and the last (the 29th point) measure Centrepoint 3 times at the beginning (the 1st point) of measurement, this is consideration for removing the effect of the trial variation at the time of the Centrepoint measurement.

[0060] Moreover, corresponding to "+1" in the above-mentioned rectangular table, and "-1", swing width of face is beforehand set up for every control parameter. If it follows, for example, Centrepoint of ignition timing  $\gamma$  is made into the point that the tooth lead angle of "the 30 degrees" was carried out from the top dead center of the above-mentioned piston 12 and swing width of face is made into "4 times", the value of the control parameter used for measurement will become "30 degrees", "34 degrees", and "26 degrees" corresponding to "0" of the above-mentioned rectangular table, "+1", and "-1", respectively.

[0061] By the way, if setting up a measure point near the suiting point puts in another way in order to raise the reliability on the occasion of calculation of the above (a1) - (a3) a formula, it is desirable to set Centrepoint as the value near an adaptation value beforehand. This is explained to drawing 3 by the curve shown typically.

[0062] That is, when it has the strong complicated property of nonlinearity like the curve a true property is indicated to be to drawing 3 as a continuous line, the field which can approximate the curve shown as this continuous line by the model formula of a low degree with a sufficient precision is restricted naturally.

[0063] Here, the case where extremal value is computed from the secondary model type which makes an optimum value curved extremal value T shown as a continuous line, and is algebraically obtained using the measurement value of three points is taken for an example, and the application limitation of the model type of a low degree is explained further.

[0064] If three points of the field near the adaptation value expressed with a triangular plot are measured as shown in this drawing 3, the curve shown with a broken line will be obtained. And the curved extremal value shown with this broken line is mostly in agreement with the curved extremal value T shown as a continuous line. On the other hand, if three points of a wide area are measured rather than the above-mentioned field near the adaptation value expressed with the plot of a white round head, the secondary model type shown in this drawing 3 with an alternate long and short dash line will be obtained. And extremal-value T' computed from the curve of this alternate long and short dash line will become the thing [ optimum value / (extremal value T) / above-mentioned ] greatly shifted.

[0065] Thus, in order to acquire an accurate adaptation value using the model type of a low degree, it is desirable to measure in the field near the adaptation value beforehand. And when a measure point cannot be beforehand narrowed down near the adaptation value, it will be necessary to measure by increasing a measure point and to carry out performing the above-mentioned narrowing down based on this measurement result etc.

[0066] Then, he is trying to presume the adaptation value of these 120 points with this operation gestalt by asking for the prediction type which defined the relation between a control parameter and an adaptation value for some representation points based on the measurement result of ejection and this representation point from each service condition which consists of 120 points which ask for calculation of an adaptation value. And a control parameter is set to this estimate and the value of that near, and it measures in each point of said 120 points. It enables it for this operation gestalt to raise the reliability by asking for the above (a1) of - (a3) in above-mentioned each point, and a model type using the measurement value obtained in this way. In addition, what is necessary is to predict based on the adaptation value of a similar engine, or to narrow down beforehand about this representation point, using many measure points, and just to set up Centrepoint.

[0067] Furthermore, with this operation gestalt, the prediction type which defined the relation between a control parameter and an adaptation value is set as each \*\* every three operating range shown in drawing 4. This is because there is concern it becomes impossible to presume an adaptation value with a sufficient precision, when the field which performs stratification combustion has a property which is different in each field actually shown in this drawing 4, respectively, summarizes these three fields and

creates the above-mentioned prediction type.

[0068] For example, inside [ it is a stratification combustion zone ] tends to produce a flame failure in the field (field near the idle) of low load low rotational speed. For this reason, in this field, when desired value, such as NO<sub>x</sub>, is severely set up in the part which a flame failure cannot generate easily, the solution with which they are filled may be lost. Therefore, in this field, the device of securing the part which eases these requirements and a flame failure cannot produce easily may be needed. Moreover, it is desirable to make into an adaptation value the control parameter from which torque fluctuation tends to pose a problem in the field near the idle and the racing start field which rotational speed is almost equal and is a field where a load is big, and torque fluctuation becomes the minimum. On the other hand, in the common field which are fields other than the above-mentioned field near the idle, and a racing start field among stratification combustion zones, the set of a solution which fills fuel consumption and the desired value of NO<sub>x</sub> and torque fluctuation fully exists in many cases. Therefore, in this field, it can be set as requirements with which the conditions of NO<sub>x</sub> eased in the field near the idle etc. are compensated.

[0069] With this operation gestalt, different requirements for every operating range of the above-mentioned common field, the field near the idle, and a racing start field are set up from such the actual condition. in addition, these -- each -- \*\* -- this operation gestalt defines the prediction type for every above-mentioned field which fulfills requirements by the following formulas.

[0070] Field >x=b11near < idle

$xne+b12xkl+b13xnexkl+b14z=b21xne+b22xkl+b23xnexkl+b24xklxkl+b25v=b31xne+b32xkl+b33xnexkl+b34xklxkl+b35w=b41xne+b42xkl+b43xnexkl+b44xklxkl+b45$   
 $y=b51xne+b52xkl+b53xnexkl+b54xklxkl+b55$  <racing start field>  
 $x=c11xne+c12xkl+c13xnexkl+c14$   $z=c21xne+c22xkl+c23xnexkl+c24xnexne+c25xklxkl+c26$   
 $v=c31xne+c32xkl+c33xnexkl+c34xklxkl+c35$   $w=c41xne+c42xkl+c43xnexkl+c44xklxkl+c45$   
 $y=c51xne+c52xkl+c53xnexkl+c54xklxkl+c55$  <common field>  
 $x=d11xne+d12xkl+d13xnexkl+d14xnexne+d15xklxkl+d16$   
 $z=d21xne+d22xkl+d23xnexkl+d24xnexne+d25xklxkl+b25v=d31xne+d32xkl+d33xnexkl+d34xnexne+d35xklxkl+b35w=d41xne+d42xkl+d43xnexkl+d44xnexne+d45xklxkl+b45$   $y=d51xne+d52xkl+d53xnexkl+d54xnexne+d55xklxkl+b55$  and the representation

point describing above are set as 13 points illustrated to [drawing 4](#) . Thereby, on the occasion of calculation of each prediction type in the three above-mentioned fields, the adaptation value of five points each included to these fields can be used. Incidentally, calculation of each above-mentioned prediction type using this adaptation value of five points is performed as follows, for example.

[0071] First, the standard deviation std (ne) of five representation points (ne, kl), std (kl) and average ave (ne), and ave (kl) are computed, and a bottom type defines the rotational speed NE and Load KL in these representation point.

$NE=\{ne-ave(ne)\}/std(ne)$

$KL=\{kl-ave(kl)\}/std(kl)$

And the electronic throttle opening x of a common field is

$x=d11xNE+d12xKL+d13xNExKL+d14xNExNE+d15xKLxKL+ave(x)$  by making the average of an adaptation value into ave (x) and ave(y) --.

= It can approximate as  $d11xNE+d12xKL+d13xNExKL+d14xNExNE+d15xKLxKL+d16$  etc.

[0072] In addition, about the measure point near the boundary of two or more fields, the value which performed processing from which estimate does not differ greatly on both sides of the boundary between fields is used instead of using directly the estimate obtained based on the prediction type of each [ these ] field. Modeling by fuzzy reasoning is performed and, specifically, the membership function which can tie near the boundary of each field smoothly beforehand is defined. And the multiplication of the value of the membership function corresponding to the estimate obtained based on each above-mentioned prediction type is carried out. Thereby, the value between the estimate obtained from each prediction type can be set up now as above-mentioned Centrepont.

[0073] An example of this membership function is shown in [drawing 5](#) . The membership function shown in this [drawing 5](#) is a thing when setting a load constant among the membership functions defined

in the field near the idle, and the common field.

[0074] As shown in this drawing 5 , the membership function f1 of the field near the idle takes a value "1", when an engine speed separates from a boundary with a common field enough and is in an idle field as for close. Therefore, at this time, the value acquired from the prediction type in the above-mentioned field near the idle is used as estimate as it is.

[0075] On the other hand, the value of the membership functions f1 and f2 on the field which is "alpha", and corresponding to each [ these ] field takes "beta" and "gamma" which are a value smaller than "1" with the larger engine speed which it is near the boundary between the field near the idle, and a common field than "0." Therefore, the sum of what carried out the multiplication of the "beta" to the value acquired from the prediction type of an idle field in this case when an engine speed is "alpha", and the thing which carried out the multiplication of "gamma" to the value acquired from the prediction type of a common field when an engine speed is "alpha" will be used as estimate.

[0076] Next, the adaptation procedure of the engine control parameter concerning this operation gestalt is explained. The procedure of determining the adaptation value of an engine control parameter as drawing 6 is shown.

[0077] In step 1000 shown in this drawing 6 , as mentioned above, the various weighted solidity of the engine in each map point which consists of 120 points is measured. The measurement procedure of each of this map point is shown in the flow chart of drawing 7 .

[0078] That is, on the occasion of this measurement, the various weighted solidity of the engine in each representation point which consists of the 13 above-mentioned points is first measured in step 100. This is performed by the following procedures.

(b) In the conditioning tool 53 shown in previous drawing 1 , a condition file is set up for every representation point.

(b) The value used as Centrepoin of the control parameter in each representation point is inputted from the exterior through a control unit 60.

(c) In the conditioning tool 53, the value by which the input was carried out [ above-mentioned ] is made into Centrepoin for every representation point describing above, and the value of the control parameter used for measurement based on the rectangular table of a design of experiment is set up. The value of this set-up control parameter is written down in the above-mentioned condition file.

(d) If a condition file is set up about all the representation points that consist of 13 points, this condition file will be transmitted to automatic-meter-reading equipment 33.

(e) Reset said manual flag set in ECU30 with automatic-meter-reading equipment 33. The rotational speed of an engine 10 is controlled by a predetermined command being sent to a dynamometer 31 and ECU30 in this condition in agreement with the rotational speed set as the specific condition file. Next, it is controlled so that the load of an engine 10 becomes what was set as this condition file.

(\*\*) And based on the measurement data supplied from ECU30 through the panel checker 34, if a purport judgment is made, the operational status of an engine 10 fixes each control parameter of an engine 10 to one of 29 kinds which were in agreement with setting out by the condition file and which were set as the condition file with automatic-meter-reading equipment 33, while setting said manual flag to ECU30 through the panel checker 34.

(g) The various weighted solidity of an engine 10 is measured in this condition. And after the measurement over a predetermined period is ended, fixed control is carried out and measurement is again carried out to other values with which the control parameter was set as the above-mentioned condition file.

(h) In this way, termination of the measurement of the 29 above-mentioned points set as one condition file carries out automatic registration of this measurement data to a server 40. And while the next condition file is chosen, the manual flag in ECU30 is reset and the operational status of an engine 10 is controlled to the operational status set as the newly chosen condition file.

[0079] After measurement of the representation point which consists of 13 points with such a series of procedures is completed, it shifts to step 200 of drawing 7 . At this step 200, the above (a1) of - (a3) and a model type are computed for every representation point by the analysis tool 50 shown in previous

drawing 1 . That is, with an analysis tool 50, the condition file which corresponds measurement data from a server 40 is first incorporated from automatic-meter-reading equipment 33, respectively. And the above-mentioned model type is computed based on the various measurement conditions and measurement data of a control parameter at the time of the measurement entered in the condition file, such as a class.

[0080] And if a model type is computed for every representation point, it will shift to step 300. At this step 300, the optimum value with which requirements are filled for every representation point of this from the model type for every representation point is computed by the analysis tool 50. These requirements are beforehand inputted into the analysis tool 50 from the exterior through the control unit 60.

[0081] As for these requirements, it is desirable to set up an upper limit to the discharge and the amount of torque fluctuation of NOx, and to set it as the conditions from which the amount of burn-out fuels becomes min within the limits of this so that it may illustrate to drawing 8 about the representation point belonging to for example, the above-mentioned common field ( drawing 4 ). The field where the discharge of NOx incidentally consists of each model type by which calculation was carried out [ above-mentioned ] below a upper limit, and the amount of torque fluctuation becomes between the upper limits which can be permitted at the min time turns into an adaptation field surrounded with the slash in this drawing 8 . Therefore, the value from which the amount BSFC of burn-out fuels serves as min in this adaptation field is computed as an optimum value here. In addition, in a racing start field ( drawing 4 ), it is desirable to compute an optimum value, for example from on the graph of the amount BSFC of burn-out fuels at the time of torque fluctuation min from the reason mentioned above.

[0082] In this way, if the optimum value in each representation point is computed, for every representation point, a measurement value, an optimum value, and the model type further used for calculation of an optimum value will be graph-ized, and will be displayed by the drop 51 shown in previous drawing 1 . Thereby, robustness can be checked. That is, the optimum value computed by numerical analysis with the above-mentioned analysis tool 50 may be a value lacking in robustness. Therefore, robustness is checked by graph-izing the optimum value, the measurement value, and the above-mentioned model type which were computed, and displaying them.

[0083] In this way, if the optimum value computed for every representation point is judged to fulfill robustness, in step 400 ( drawing 7 ), the above-mentioned prediction type will be computed with an analysis tool 50 based on these optimum values for every field of the field near the idle, a racing start field, and a common field.

[0084] Calculation of the above-mentioned prediction type presumes the adaptation value of all the map points that consist of 120 points in an analysis tool 50 in step 500. the value which carried out gradual change processing of the said-computed value based on the membership function etc., without using directly the value computed from each above-mentioned prediction type near the boundary of the three above-mentioned fields on the occasion of this presumption as mentioned above -- business -- \*\*\*\* .

[0085] If an adaptation value is presumed at each map point which consists of 120 points in the above-mentioned mode, in step 600, the same measurement as the above-mentioned step 100 which makes these Centrepoint will be performed. That is, in the conditioning tool 53, after a condition file is set up for every map point, each presumed adaptation value is written in a monograph affair file as Centrepoint. And based on this condition file, measurement of 29 points each to which above-mentioned Centrepoint and its vertical value were set as a value of a control parameter is performed with automatic-meter-reading equipment 33. Automatic registration of this measurement result is carried out to a server 40, respectively.

[0086] Thus, after measurement of the map point which consists of a total of 120 points in a series of procedures shown in drawing 7 is ended, it shifts to processing of step 2000 shown in previous drawing 6 . At this step 2000, the model type shown in above-mentioned (a1) - (a3) for every map point is computed like step 200 shown in previous drawing 7 .

[0087] And in step 3000, the adaptation value in each point is computed from the model type computed for each [ these ] map point of every like step 300 shown in previous drawing 7 . Next, a measurement

value, the computed adaptation value, and the model type used for this calculation are graph-ized for every map point also here, and the check of robustness is performed by being displayed by the indicator 51 shown in previous drawing 1 . In addition, storage maintenance of each [ these ] model type is carried out at the database 52 shown in previous drawing 1 .

[0088] The validity of these adaptation value is estimated by controlling the engine carried in the car by step 4000 using the control map on which the adaptation value of these 120 points was set up. This real vehicle assessment is greatly performed for the following reasons for two.

[0089] The adaptation performed on the test bench which connected with the dynamometer 31 the engine 10 first shown [ 1st ] in previous drawing 1 is the reason the same property may not be shown in a real vehicle transit environment. That is, since it has the resonance point peculiar to that structure, the torque fluctuation of the engine in a specific field of a real car may be fixed with the resonance point of a proper on this car, for example. In this case, even if torque fluctuation is settled below in a predetermined value in a test bench, when an engine is actually carried in a car and it performs a driving test, there is a possibility that this torque fluctuation may exceed a predetermined value. In such a case, the adaptation value of an engine control parameter is corrected by real vehicle assessment.

[0090] Moreover, as the 2nd reason, each above-mentioned adaptation value is computed as optimal control value in the steady predetermined operational status of an engine 10, and the point that it is not a thing reflecting the control of an engine performed during actual transit is mentioned. for this reason -- for example, it may be desirable to tune finely the adaptation value calculated on the test bench by the demand of minimizing the fuel consumption in predetermined transit conditions

[0091] That is, in the engine which used the catalyst of a NOx occlusion reduction type for the flueway, for example, while carrying out occlusion of the NOx under exhaust air into this catalyst, if the amount of occlusion reaches the specified quantity, it will be discharging unburned gas to a flueway, and control which returns NOx will be performed. Timing which discharges the unburned gas in such control is usually performed by carrying out presumed calculation of the amount of occlusion of NOx based on the control map by which calculation was carried out [ above-mentioned ]. That is, by adaptation by the above-mentioned test bench, since the data of the engine weighted solidity corresponding to the adaptation value of a control map exist, the amount of NOx occlusion can be presumed based on this.

[0092] However, under the predetermined transit condition used for the real driving test, when fuel consumption is further reducible by changing the timing which discharges the above-mentioned unburned gas, it is desirable to reduce the fuel consumption in these transit conditions by correcting delicately the above-mentioned adaptation value computed on the test bench.

[0093] The real vehicle assessment performed from such a reason specifically introduces the control map on which the adaptation value for which ECU connected to the mounted engine was first asked from measurement by the above-mentioned test bench was set up. Furthermore, in order to grasp the relation between an engine control mode and the various weighted solidity of the engine at that time, the panel checker 34 who showed previous drawing 1 is connected to this ECU. In this way, the value of the control parameter of an engine in the meantime and the value from various engine sensors are incorporated in the real time by the panel checker 34, performing the real driving test of a car. Furthermore, the sensor of dedication is carried for real vehicle assessment, such as forming the sensor which detects NOx in the downstream of the catalyst of the above-mentioned NOx occlusion reduction type, for example among engine flueways, and the measurement data from the sensor of this dedication are also incorporated by the panel checker 34 in the real time.

[0094] And the measurement data incorporated by the panel checker 34 are picked out from these ECUs or the sensor of dedication after a real driving test. Since engine operational status, and the value and the various engine weighted solidity of various control parameters at the time are included in this measurement data, based on this, it is evaluated whether it is what has a suitable adaptation value in the above-mentioned control map.

[0095] Thus, by performing real vehicle assessment, if it is judged that it is desirable to tune finely the adaptation value calculated from measurement by the test bench (step 5000 of drawing 6 ), the requirements of each map point will be improved in step 6000. Thereby, when the difference arose in

the time of the various outputs of the engine on a test bench, and real vehicle transit, or when correction of an adaptation value is desired from various control at the time of real transit, the requirements over the various weighted solidity of the engine in each map point are reset up.

[0096] Here, the reexamination performed when a NOx discharge exceeds a predetermined value about reexamination of this adaptation value based on the detection result of the sensor which detects Above NOx is further explained as an example. In addition, that a NOx discharge may exceed a predetermined value originates in either of two reasons mentioned above here. That is, even if it fulfills requirements on a test bench, it may originate in the 1st reason of stopping filling at the time of a real driving test. Moreover, it may originate in the 2nd reason for originating in unsteady operation control -- a problem is in the value of the control parameter in points other than each suiting point.

[0097] The relation between each operational status of the engine which becomes settled by the engine speed and the load, and the value of each control parameter at that time and the value of the amount of NOx is included in the measurement data accompanying the above-mentioned real driving test. Then, it is computed by setting up a threshold to the amount of the said NOx by the engine speed when exceeding this threshold and the load, and the operation tool with the still more proper value of a control parameter.

[0098] In this way, it is not necessarily either of the engine-speed [ which was computed ] and load, and map points on which the value of a control parameter consists of the 120 above-mentioned points further. In actual engine control, this is because the control which interpolates the value of an adaptation value is made, when engine operational status corresponds to the value between each map point. Then, while computing the these-computed engine speed and a load, and the adaptation value concerned with the engine control to which the amount of NOx exceeds a threshold based on the value of a control parameter further, the contribution of each [ these ] adaptation value is taken into consideration. And the requirements over the adaptation value concerned are reset based on consideration of these contributions.

[0099] And if resetting of these requirements is performed, based on return and these requirements, an adaptation value will be again computed by step 3000. About this, while the newly set-up requirements are inputted into an analysis tool 50 from the control unit 60 shown in previous drawing 1 , the model type corresponding to the point which had modification in requirements among each map point describing above from the database 52 is inputted. And with an analysis tool 50, a new adaptation value is computed using the inputted model type.

[0100] In this way, calculation of a new adaptation value performs real vehicle assessment again (step 4000 and step 5000). Processing of such steps 3000-6000 is repeatedly performed until the adaptation value computed satisfies real vehicle assessment. And if it is judged that real vehicle assessment is satisfied, it will be determined as an adaptation value with the final adaptation value at that time (step 7000), and a series of processings concerning adaptation of the engine control parameter concerning this operation gestalt will be ended.

[0101] According to this operation gestalt explained above, the following effectiveness comes to be acquired.

(1) While computing an adaptation value from the model type computed for every map point based on the measurement value on a test bench, an adaptation value is computable again only by not performing re-measurement but resetting up requirements, when it is necessary to correct the computed adaptation value because it was made to carry out storage maintenance of this model type at a database 52.

[0102] (2) It considered as the configuration which measures the relation between an engine speed and a load, and the value of various control parameters and various engine weighted solidity in the real time at the time of real vehicle transit. Thereby, assessment of an adaptation value and reexamination of requirements become easy.

[0103] (3) Before measuring various weighted solidity of the engine 10 in all map points, this weighted solidity about 13 representation points is measured, and the adaptation value in all map points was presumed based on the measurement result. And the value of a control parameter is set as this presumed adaptation value and its near, and the various weighted solidity of an engine 10 was measured. For this

reason, the relation between a control parameter and engine weighted solidity can be approximated now with a precision sufficient by the model formula of a low degree.

[0104] (4) three fields, the field near the idle where properties differ a stratification combustion zone, respectively, a racing start field, and a common field, -- dividing -- each [ these ] field of every -- an engine property -- receiving -- each -- \*\* -- requirements were set up. the case where engine properties differ remarkably by this in the operating range of the engine which asks for calculation of an adaptation value -- be -- an adaptation value can be exactly calculated now. Moreover, the prediction type which sets the relation between operational status and the adaptation value of each control parameter to that of an engine property was set up for each [ these ] operating range of every. the case where this expresses the above-mentioned prediction type by the polynomial of a low degree -- be -- a simply accurate formula can be obtained.

[0105] (5) A membership function is defined and the adaptation value [ / near the boundary of three fields, the field near the idle, a racing start field, and a common field, ] was connected smoothly. Therefore, the abrupt change of this adaptation value in accordance with the shift between fields is avoidable by using this membership function also about the adaptation value presumed [ near these boundaries ].

[0106] (6) When the adaptation value in all the map points that consist of a representation point which consists of 13 points, and 120 points was computed, we decided to display the model type used for calculation of a measurement value, an adaptation value, and an adaptation value with a drop 51 for each point. the case where the point which is scarce and is not suitable as an adaptation value is computed by robustness with an analysis tool 50 by this -- be -- this can be eliminated with checking robustness.

[0107] (2nd operation gestalt) The 2nd operation gestalt of the adaptation approach of the engine control parameter concerning this invention is hereafter explained focusing on a point of difference with the operation gestalt of the above 1st.

[0108] In the operation gestalt of the above 1st, adaptation manday was reduced by lessening the number of the representation points which measure by narrowing down the value of a control parameter to the field near the adaptation value beforehand as much as possible. However, if the number of representation points is reduced, the precision of the prediction type computed for every above-mentioned field will come to be greatly dependent on each point of a representation point.

[0109] On the other hand, with this operation gestalt, if three prediction types are computed for every above-mentioned field based on measurement of a representation point, the adaptation value in one point chosen at random will be presumed using the prediction type of the corresponding field out of all the map points that consist of 120 points. Next, the value of a control parameter is set as this presumed adaptation value and its near, and various engine weighted solidity is measured. And the prediction type defined in the field which corresponds based on this measurement result is computed again. And it is chosen at random [ the arbitration which was not used for measurement till then ] one point, and an adaptation value is presumed based on the prediction type computed again. Thus, whenever measurement of one point is newly made, a prediction type is updated based on the measurement result.

[0110] The prediction type defined in the field corresponding to a measure point whenever measurement new in the above-mentioned mode is performed can be updated, and the dependency to the representation point chosen first can be exactly eased by presuming the adaptation value in the point which measures after this using this updated prediction type. In addition, about calculation of this prediction type, the technique of the arbitration which can control the effect of the value from which it separated statistically, such as the least square method, can be used.

[0111] Furthermore, with this operation gestalt, whenever the measurement in the map point near [ between each field ] the boundary is made in the membership function formed so that the adaptation value presumed from the prediction type computed for every field may not change rapidly [ near the boundary between these fields ], the measurement result is used, and it updates. Thereby, an adaptation value can be presumed with a still more sufficient precision irrespective of an engine class. In addition, the field where the value of the membership function defined beforehand becomes below "1" is defined as a field near [ between each field ] the boundary.

[0112] Moreover, the boundaries of each field of the field near the idle mentioned above, a racing start field, and a common field usually differ for every engine class. And the boundary of each of this field may be unable to be set as the value optimal before measurement. In this case, said membership function can also be defined only as a vague value.

[0113] On the other hand, with this operation gestalt, a membership function is updated using the data near [ of the data measured by then with this newly added measurement data whenever the new map point of being located near the boundary of these fields was measured ] the boundary. thus, the case where the suitable value changes with engine classes -- be -- while predicting a membership function beforehand and setting it up, an adaptation value can be further presumed with a sufficient precision by using the membership function updated each time with the measurement data newly obtained using this function.

[0114] In addition, when measurement is newly made [ near the boundary ], suppose that renewal of the prediction type in this case is not performed in this operation gestalt for the sake of the convenience which updates a membership function.

[0115] Here, the measurement procedure of all the map points in this operation gestalt is explained, referring to drawing 9 . Drawing 9 is a flow chart which shows a part of all map point measurement procedures in this operation gestalt.

[0116] That is, in step 400 of drawing 7 shown previously, if the prediction type according to the above-mentioned field is computed based on the optimum value of each representation point which consists of 13 points, in the conditioning tool 53 shown, for example in previous drawing 1 , it will be chosen at random [ the arbitration which is not measured ] one point (step 700). In addition, the above-mentioned condition file is prepared to this selected point.

[0117] On the other hand, in the above-mentioned analysis tool 50, the presumed adaptation value in the said-chosen point is computed using the prediction type and membership function of a field with which the point by which selection was made [ above-mentioned ] belongs (step 710).

[0118] And if a presumed adaptation value is computed in this way, in the above-mentioned conditioning tool 53, this presumed adaptation value will be written in a corresponding condition file as Centrepont. Furthermore, based on the rectangular table shown in previous drawing 2 , the value of the control parameter used for measurement is also written in this condition file. In this way, the condition file in which the value of a control parameter was written is transmitted to the above-mentioned automatic-meter-reading equipment 33. With automatic-meter-reading equipment 33, measurement according to a condition file is performed, and as mentioned above, automatic registration of the measurement data is carried out to the above-mentioned server 40 (step 720).

[0119] In this way, if measurement data are newly obtained, in the above-mentioned analysis tool 50, the condition file which corresponds measurement data from a server 40 will be read from automatic-meter-reading equipment 33, and it will ask for any one model type of above-mentioned (a1) - (a3) based on these (step 730).

[0120] Moreover, in the analysis tool 50 which asked for the model type, an adaptation value is computed from the requirements beforehand inputted from the outside through the control unit 60, and this model type (step 740).

[0121] And if this newly acquired adaptation value is judged to be the thing of the map point near the boundary of the three above-mentioned fields (step 760), in the above-mentioned analysis tool 50, a membership function will be updated based on the adaptation value computed by then (step 770). If the adaptation value newly acquired on the other hand is judged not to be the thing of the map point near the boundary of the three above-mentioned fields (step 760), the above-mentioned prediction type will be updated in an analysis tool 50 (step 780).

[0122] This processing of a series of is performed until measurement of all map points is completed (step 750). And when measurement of all map points is ended by this the processing of a series of in the case of this operation gestalt, both calculation of the model type corresponding to each [ these ] map point and calculation of the adaptation value of the control parameter by this model type are completed. For this reason, the same assessment as the 1st operation gestalt or reexamination of the requirements



based on that assessment is repeated through the processing after step 4000 of previous drawing 6 after that.

[0123] according to this operation gestalt explained above, above-mentioned [ of the 1st previous operation gestalt ] (1) - (6) is effective -- it is -- the effectiveness according to it -- in addition, the following effectiveness comes to be acquired further.

[0124] (7) The adaptation value based on a prediction type can be presumed now with a much more sufficient precision by having updated the above-mentioned prediction type based on this measurement result, whenever it newly measured one map point belonging to fields other than near the boundary.

[0125] (8) The adaptation value based on a membership function can be presumed now with a much more sufficient precision by having updated the above-mentioned membership function based on this measurement result, whenever it newly measured the map point near the boundary of the trichotomized field. Moreover, it can also grasp from the membership function eventually obtained by measurement about the property of the engine which is applicable. For this reason, when a similar engine is newly developed, a suitable membership function can be set up as initial condition at the time of that adaptation.

[0126] In addition, the operation gestalt of the above 2nd can be changed as follows, and can also be carried out.

- In the above-mentioned step 730, when a measure point is judged that a model type is uncomputable few, it can return to processing of step 700 and it is more desirable rather. However, such processing is also avoidable by using the measurement result by processing to step 400 shown in previous drawing 7.

[0127] - When an adaptation value can presume exactly by updating a prediction type whenever a map point is measured, this can also be omitted about the processing which updates a membership function whenever the map point near [ between fields ] the boundary is measured.

[0128] - When the reliability of the prediction type itself can be secured, whenever the map point near [ between fields ] the boundary is measured again, it may be made to perform only processing which updates a membership function.

[0129] - Although the point of presuming an adaptation value using a prediction type was considered as the configuration chosen at random out of 120 points with the above-mentioned operation gestalt, a certain intentional sequencing is carried out beforehand, and it may be made to presume an adaptation value based on it.

[0130] - Although [ the above-mentioned operation gestalt ] presumption of an adaptation value and measurement based on it are performed for every point using a prediction type, you may carry out carrying out every two or more points etc. In addition, in common with each above-mentioned operation gestalt, there are the following as an element which can be changed.

[0131] - When carrying out storage maintenance of the measurement result obtained at step 1000 at proper memory and looking over requirements again in step 6000 instead of memorizing a model type in the above-mentioned database 52 as processing of step 3000 shown in previous drawing 6, you may make it compute an adaptation value again using this measurement result of having carried out storage maintenance.

[0132] - The proper operation tool which computes the map point which exceeded the threshold from the measurement data accompanying real vehicle transit of step 4000 is not restricted to what establishes a means to support reexamination of the requirements of step 6000, either, but you may make it form the operation tool which changes requirements automatically from these measurement data. This should just reset the requirements imposed on the map point relevant to the measurement data, when for example, these measurement data exceed the threshold set up beforehand.

[0133] - It may replace with a real driving test and you may carry out performing the driving test which performs engine control using the control map computed at step 3000 of previous drawing 6 on the test bench etc. again.

[0134] - When a computer can perform simulation of complicated operation control further, the simulation on a computer may be performed instead of processing of step 4000 shown in previous drawing 6. Also by this, the amount of NOx by which occlusion is carried out to the above-mentioned

NOx occlusion reduction catalyst can be computed, for example, the blowdown timing of unburned gas can be grasped under a predetermined transit condition, and reexamination of the adaptation value for lessening more the amount of burn-out fuels under these transit conditions etc. can be performed in the mode according to each above-mentioned operation gestalt.

[0135] - On the boundary of each field where the stratification combustion zone was trichotomized, when suitable estimate can be obtained by using the prediction type belonging to a specific field, it is not necessary to necessarily define the above-mentioned membership function.

[0136] - How to take the representation point describing above, its number, etc. are arbitrary. Moreover, it is not restricted to what also illustrated the calculation mode of the prediction type in step 400 shown in previous drawing 7 with the above-mentioned operation gestalt.

[0137] - In step 300 (however, before the reexamination in step 6000) shown in previous drawing 6 , and step 300 shown in drawing 7 , although the adaptation value was computed based on the requirements by which division was carried out [ above-mentioned ] and which were set up for every field, it is good also considering requirements as adjustable for each point.

[0138] - The model type or prediction type which were illustrated with each above-mentioned operation gestalt are not restricted to this. For example, by using a high order model type, it may change easing the narrowing-down conditions of a measurement field etc. suitably, and you may carry it out.

[0139] - It is carrying out storage maintenance at least of one side of the model type computed based on the measure point of 120 points and this measure point when a series of procedure shown in previous drawing 7 was not necessarily followed at about the processing which computes an adaptation value again with reexamination of the requirements by a real vehicle driving test etc., but \*\*'s was also measured by the technique of arbitration, and the manday at the time of computing an adaptation value again can be reduced.

[0140] - If one prediction type fully reliable [ with an engine property or the degree of the prediction type to be used ] based on the measurement result of a representation point can be computed in case measurement of 120 points is performed The above-mentioned prediction type is not set as each \*\* for every field trichotomized not necessarily, but precision can be raised although \*\* also reduces the count in each point of 120 points by measuring various engine weighted solidity in the presumed adaptation value based on this prediction type, and the value of the near.

[0141] - Also when the requirements over an engine property are identically set up from the reason of an engine property approximating under the service condition containing the all points of 120 points again, the one above-mentioned prediction type may be able to be set up. Also in this case, precision can be raised although the count in each point of 120 points is reduced by measuring various engine weighted solidity in the presumed adaptation value based on this prediction type, and the value of that near.

[0142] - When requirements are given, in case an adaptation value is computed promptly, independently of narrowing-down processing of the measurement field by the prediction type, setting out of the requirements of every above-mentioned field is effective. That is, as mentioned above, when engine properties differ for every field, if the same requirements are imposed, there will be a possibility that the solution with which these conditions are filled may not exist, and adaptation will take time amount. On the other hand, calculation of an adaptation value can be quickened by the thing into which it was divided and for which requirements are set up for every field.

[0143] - each -- \*\* -- the division voice of the engine operating range which sets up engine requirements -- what is necessary is not to be restricted to what was shown in previous drawing 4 like therefore, but just to set up the number to divide suitably according to an engine property

[0144] - after computing the adaptation value with which the requirements set as each \*\* for every operating range of the engine further divided in this case fill, processing according to this processing which performed reexamination processing of the requirements of step 4000 to the step 6000 shown in previous drawing 6 , or illustrated in each above-mentioned modification performs -- if it grazes -- final -- every map point -- each -- \*\* -- the optimal adaptation value with which requirements fill can obtain.

[0145] - Instead of using the control map which consists of 120 points, the adaptation approach of the engine control parameter of this invention and the adaptation system are effective also to that to which

control of ECU is performed using the model type which defined the relation between operational status and a control parameter. Namely, if a model type is set up in a stratification combustion zone in this case every three fields, the above-mentioned idle field and a racing start field, and a common field, in the model type of a low degree, the adaptation value of a control parameter can be expressed with a sufficient precision.

[0146] Furthermore, in case this model type is computed, after asking for a model type preparatorily from measurement of a representation point etc., Compute the adaptation value presumed in the point of arbitration using a (b) model type. (b) Set a control parameter as this computed adaptation value and its near, and measure various engine weighted solidity. (Ha) The precision of this model type can also be raised by repeating the process of (b) of updating a model type using the (d)-computed adaptation value - (d) which creates the above (a1) of - (a3), and a formula based on this measurement result, and computes the adaptation value in the point describing above after this. In addition, a preliminary model type may be carried out using the model type used in the similar engine instead of obtaining by representation point measurement etc.

[0147] - In addition to this, the measurement mode of various engine weighted solidity etc. is arbitrary. That is, it can change suitably and can also carry [ that it is not necessary to be the configuration that various data are incorporated by the panel checker from ECU30 shown in previous drawing 1 for example, and the measurement result from the sensor of dedication is supplied to direct automatic-meter-reading equipment 33, etc. and ] out.

[0148] - An adaptation parameter is not restricted to what was illustrated in each above-mentioned operation gestalt. Parameters, such as fuel pressure of the fuel otherwise injected by the combustion chamber 13 of an engine 10, can be introduced suitably.

[0149] - It is not restricted to NOx which also illustrated the various weighted solidity of the engine with which requirements are imposed with each above-mentioned operation gestalt again, the amount of torque fluctuation, and the amount of burn-out fuels.

- With each above-mentioned operation gestalt, although the adaptation approach of this invention and the adaptation system were applied to adaptation of the control parameter of the stratification combustion zone in a cylinder-injection-of-fuel type gasoline engine, it is applicable also like adaptation of other engine control parameters.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The block diagram showing the whole configuration about the operation gestalt of the adaptation system of the engine control parameter concerning this invention.

[Drawing 2] Drawing showing the setting-out mode of the control parameter used in the system of this operation gestalt at the time of measurement of various engine weighted solidity.

[Drawing 3] Drawing showing the example which approximates a complicated function by the model formula of a low degree.

[Drawing 4] Drawing which illustrates the service-condition representation point in the division mode and these division field of a stratification combustion operating range in a cylinder-injection-of-fuel type gasoline engine.

[Drawing 5] Drawing showing an example of the membership function for carrying out fuzzy reasoning of the adaptation value near [ between the above-mentioned fields ] the boundary.

[Drawing 6] The flow chart which shows the adaptation procedure of the control parameter about the operation gestalt of the adaptation approach of the engine control parameter concerning this invention.

[Drawing 7] The flow chart which shows the measurement procedure of the various weighted solidity of the engine in the adaptation approach of the 1st operation gestalt of the adaptation approach of the engine control parameter concerning this invention.

[Drawing 8] The graph which shows an example of the calculation mode of the adaptation value in the adaptation approach of this operation gestalt.

[Drawing 9] The flow chart which shows the measurement procedure of the various weighted solidity of the engine in the 2nd operation gestalt of the adaptation approach of the engine control parameter concerning this invention.

[Description of Notations]

10 [ -- Combustion chamber, ] -- An engine, 11 -- A cylinder, 12 -- A piston, 13 14 [ -- Flueway, ] -- An injector, 15 -- An ignition plug, 16 -- An inhalation-of-air path, 17 18 -- An intake valve, 19 -- An exhaust air bulb, 20 -- Adjustable valve timing device, 21 -- An electronics control throttle, 22 -- An EGR path, 23 -- EGR valve, 24 [ -- Electronic control, ] -- An output shaft, 25 -- A rotational-speed sensor, 26 -- A coolant temperature sensor, 30 31 [ -- A panel checker, 35 / -- An instrumentation, 40 / -- A server, 50 / -- An analysis tool, 51 / -- An indicator, 52 / -- A database, 53 / -- A conditioning tool, 60 / -- Control unit. ] -- A dynamometer, 32 -- A DYNAMO control panel, 33 -- Automatic-meter-reading equipment, 34

---

[Translation done.]

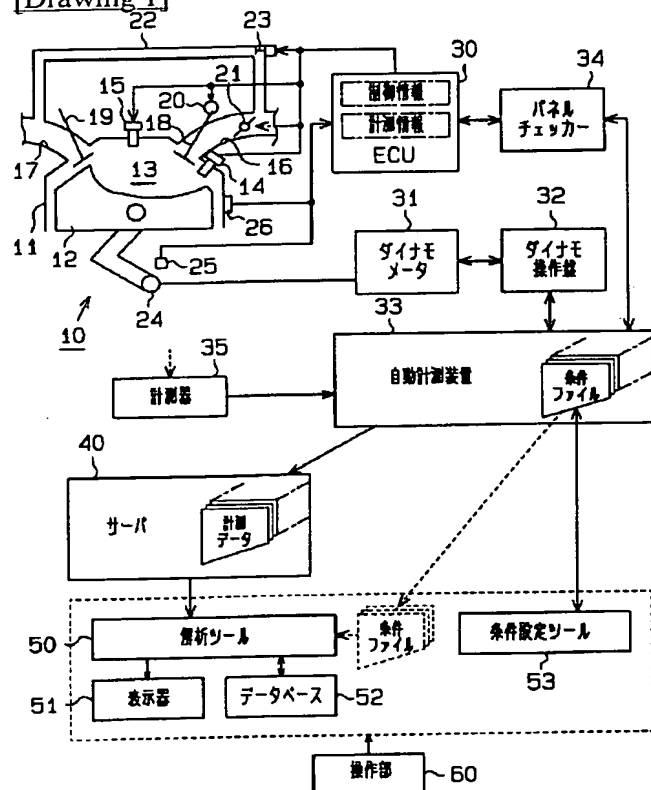
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

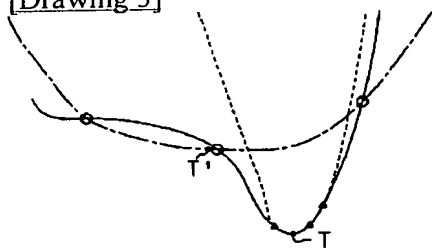
[Drawing 1]



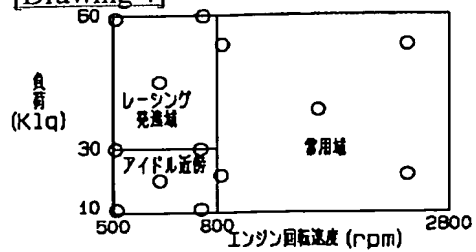
[Drawing 2]

	y	v	w	x	z
1	0	0	0	0	0
2	-1	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0
4	0	-1	0	0	0
5	0	1	0	0	0
6	0	0	-1	0	0
7	0	0	1	0	0
8	0	0	0	-1	0
9	0	0	0	1	0
10	0	0	0	0	-1
11	0	0	0	0	1
12	0	0	0	0	0
13	1	-1	-1	-1	-1
14	-1	-1	-1	1	-1
15	-1	-1	-1	-1	1
16	1	-1	-1	1	1
17	-1	1	-1	-1	-1
18	1	1	-1	-1	+1
19	1	-1	1	-1	1
20	-1	-1	1	-1	-1
21	1	1	-1	1	-1
22	-1	1	-1	1	1
23	-1	-1	1	1	1
24	1	-1	1	1	-1
25	-1	1	1	-1	1
26	1	1	1	-1	-1
27	-1	1	1	1	-1
28	1	1	1	1	1
29	0	0	0	0	0

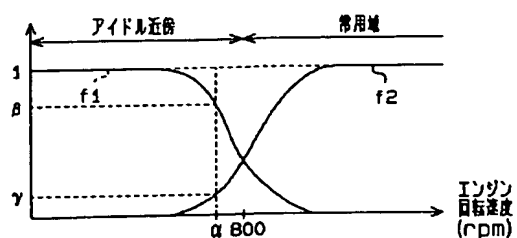
[Drawing 3]



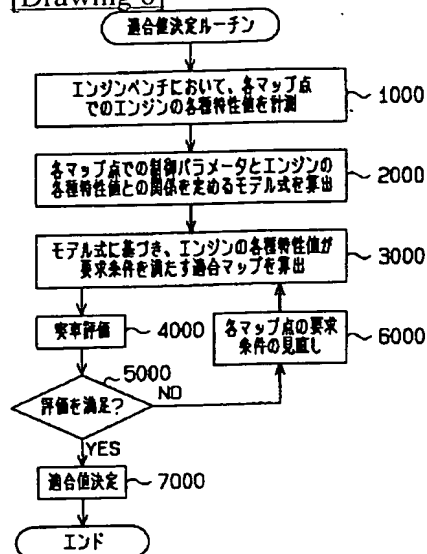
[Drawing 4]



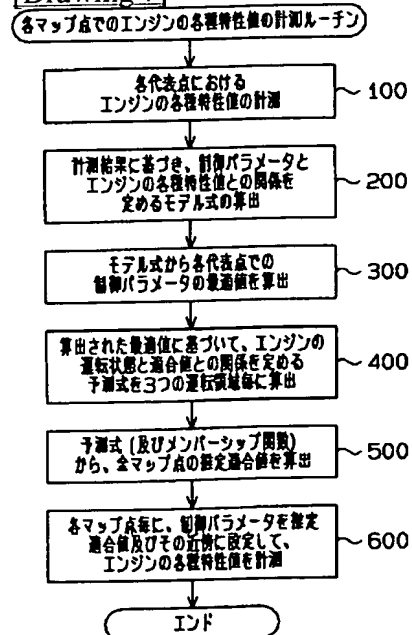
[Drawing 5]



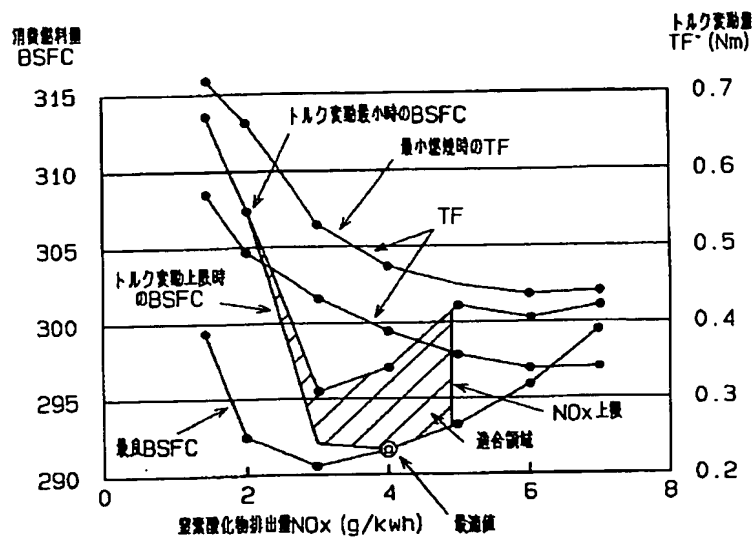
[Drawing 6]



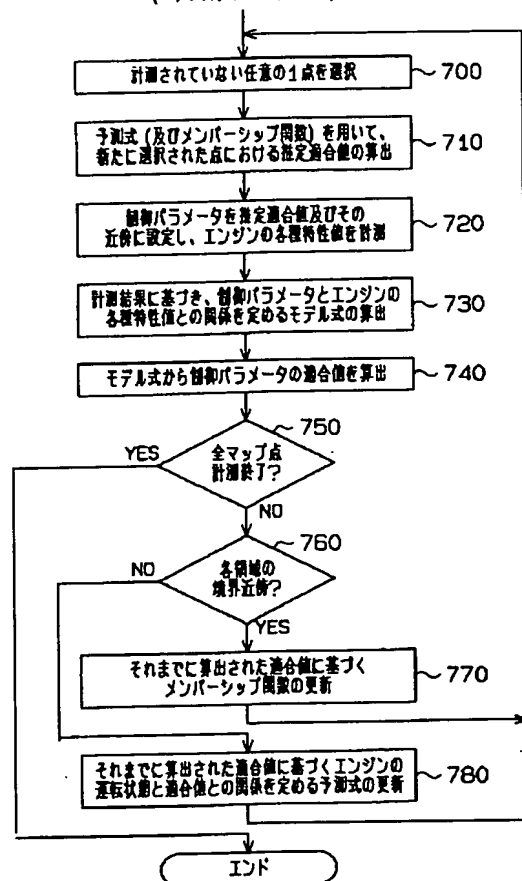
[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Drawing 9]  
(図7、ステップ400から)



[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-206456  
(P2002-206456A)

(43) 公開日 平成14年7月26日 (2002.7.26)

(51) Int.Cl.  
F 0 2 D 45/00  
G 0 5 B 13/04

識別記号  
3 7 6

F I  
F 0 2 D 45/00  
G 0 5 B 13/04

テーマト\* (参考)  
3 7 6 B 3 G 0 8 4  
5 H 0 0 4

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2001-5038 (P2001-5038)

(22) 出願日 平成13年1月12日 (2001.1.12)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 帰山 亨

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 加藤 千詞

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100068755

弁理士 恩田 博宜

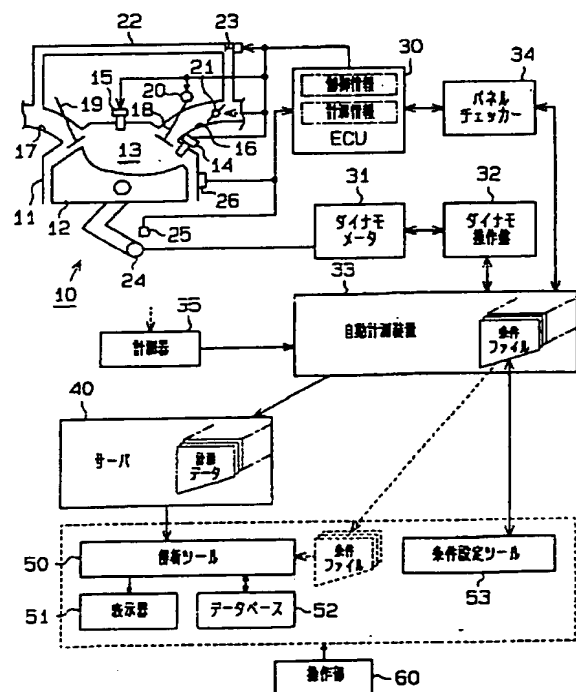
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンジン制御パラメータの適合方法及び適合システム

#### (57) 【要約】

【課題】 エンジン制御パラメータの数や各種エンジン特性値に対する要求の増大に対しても、適合にかかる工数を削減しつつより精度の高い適合値を得ることのできるエンジン制御パラメータの適合方法及び適合システムを提供する。

【解決手段】 エンジン10の出力軸24の発生する負荷がダイナモメータ31に吸収されることで、エンジン10が擬似的に車両に搭載した状態とされる。そして、制御パラメータの値を様々に設定してエンジン10の各種特性値が計測される。この計測結果から、各種制御パラメータとエンジンの各種特性値との関係を定めたモデル式が解析ツール50で求められる。このモデル式に基づいて要求条件を満たす適合値が算出されるとともに、モデル式は、データベース52に記憶される。算出された適合値を用いた実車評価がなされることで、要求条件が見直されると、この要求条件と同モデル式とから適合値が再度算出される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】エンジンの各運転状態における制御パラメータを同エンジンの特性値が要求条件を満たすように適合させるエンジン制御パラメータの適合方法であって、前記エンジンの特性値を同エンジンの各運転状態毎に予め計測して前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係を定めたモデル式を求めるとともに、それらモデル式に基づいて前記エンジンの特性値についての前記要求条件を満足する制御パラメータの適合値を算出し、この算出した適合値に基づいて前記エンジン制御したときの特性値を監視するとともに、その監視する特性値が所望の要求条件を満たすまで、同要求条件を見直しつつ前記モデル式に基づく前記制御パラメータの適合値の算出を繰り返すことを特徴とするエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項2】エンジンの各運転状態における制御パラメータを同エンジンの特性値が要求条件を満たすように適合させるに、前記エンジンの特性値を同エンジンの各運転状態毎に予め計測して前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係を定めたモデル式を求めるとともに、それらモデル式に基づいて前記エンジンの特性値についての前記要求条件を満足する制御パラメータの適合値を算出するエンジン制御パラメータの適合方法であって、前記エンジンの特性値についての前記各運転状態毎の予めの計測が、次の各工程、

- a. 前記適合値の算出を所望するエンジンの運転条件について予め代表点を定め、この定めた代表点での前記エンジンの特性値を計測する工程、及び
- b. この計測結果に基づいて制御パラメータとエンジンの特性値との関係を定めたモデル式を求める工程、及び
- c. この求めたモデル式から前記代表点での制御パラメータの前記エンジンの特性値についての要求条件を満足する最適値を算出する工程、及び
- d. この算出した最適値に基づいてエンジンの運転状態とその対応する適合値との関係を定める予測式を求める工程、及び
- e. この求めた予測式から前記適合値の算出を所望するエンジンの全運転条件に対する適合値を推定する工程、及び
- f. これら推定された適合値及びその近傍に設定された制御パラメータのもとに前記エンジンの特性値についての前記各運転状態毎の計測を行う工程、を経て行われることを特徴とするエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項3】前記代表点が前記エンジンの異なる運転領域毎に各別に定められ、前記予測式がそれら異なる運転領域毎に各別に求められる請求項2記載のエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項4】前記予測式によって推定される適合値のうち、前記エンジンの異なる運転領域の境界近傍の値は、

それら該当する運転領域での適合値の変化が急変することのないように徐変処理される請求項3記載のエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項5】エンジンの運転状態とエンジン制御パラメータの適合値との間の関係を定めたモデル式を求めることで、エンジンの各運転状態に対応する適合値を算出するエンジン制御パラメータの適合方法であって、エンジンの運転状態とエンジン制御パラメータの適合値との間の関係を定めたモデル式を予備的に設定する工程の後、次の各工程、

- a. 前記モデル式から前記計測点以外の少なくとも1つの点における適合値を算出する工程、及び
- b. この算出された適合値及びその近傍に設定された制御パラメータのもとに前記エンジンの特性値についての当該運転条件での計測を行う工程、及び
- c. この計測結果に基づいて当該制御パラメータとエンジンの特性値との関係式を求める工程、及び
- d. この求めた関係式から当該運転状態におけるエンジン特性値についての要求条件を満足する制御パラメータの適合値を算出する工程、及び
- e. この算出した適合値に基づいて前記モデル式を更新する工程、

を任意回繰り返すことでエンジンの運転状態とエンジン制御パラメータの適合値との間の関係を定めたモデル式を求めることを特徴とするエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項6】請求項5記載のエンジン制御パラメータの適合方法において、

エンジンの運転状態とエンジン制御パラメータの適合値との間の関係を定めたモデル式を予備的に求める工程が、

前記エンジンの運転状態からいくつかの計測点を定め、この定めた計測点での前記エンジンの特性値を計測する工程、及びこの計測結果に基づいて制御パラメータとエンジンの特性値との関係式を求める工程、及びこの求めた関係式から前記計測点での制御パラメータの前記エンジンの特性値についての要求条件を満足する最適値を算出する工程、及びこの算出した最適値に基づいてエンジンの運転状態とその対応する適合値との関係を定めるモデル式を求める工程、

の各工程からなることを特徴とするエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項7】エンジンの各運転状態における制御パラメータを同エンジンの特性値が要求条件を満たすように適合させる際に、前記エンジンの特性値を同エンジンの各運転状態毎に予め計測して前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係式を求めるとともに、それら関係式に基づいて前記エンジンの特性値についての前記要求条件を満足する制御パラメータの適合値を算出するエンジン制御パラメータの適合方法であって、

前記エンジンの特性値についての前記各運転状態毎の予めの計測、及び前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係式の求出、及びそれら関係式に基づく前記エンジンの特性値についての前記要求条件を満足する制御パラメータの適合値の算出が、次の各工程、

- a. 前記適合値の算出を所望するエンジンの運転条件について予め代表点を定め、この定めた代表点での前記エンジンの特性値を計測する工程、及び
  - b. この計測結果に基づいて制御パラメータとエンジンの特性値との関係式を求める工程、及び
  - c. この求めた関係式から前記代表点での制御パラメータの前記エンジンの特性値についての要求条件を満足する最適値を算出する工程、及び
  - d. この算出した最適値に基づいてエンジンの運転状態とそれら対応する適合値との関係を定めるモデル式を求める工程と、
- 前記適合値の算出を所望するエンジンの全ての運転条件について同適合値が求まるまでの次の各工程、
- e. 前記適合値の算出を所望するエンジンの運転条件について先に計測した点以外の少なくとも1つの点を選択する工程、及び
  - f. 前記求めたモデル式から前記選択した点での適合値を推定する工程、及び
  - g. この推定された適合値及びその近傍に設定された制御パラメータのもとに前記エンジンの特性値についての当該運転条件での計測を行う工程、及び
  - h. この計測結果に基づいて当該制御パラメータとエンジンの特性値との関係式を求める工程、及び
  - i. この求めた関係式から前記選択した点での制御パラメータの前記エンジンの特性値についての要求条件を満足する適合値を算出する工程、及び
  - j. この算出した適合値に基づいて前記求めたモデル式を更新する工程、の繰返しを経て行われる
- ことを特徴とするエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項8】前記モデル式が複数に分割された運転領域毎に各別に求められるとともに各別に更新される請求項5～7のいずれかに記載のエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項9】前記エンジンの異なる運転領域の境界近傍の値は、それら該当する運転領域での適合値の変化が急変することのないように徐変処理される請求項8記載のエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項10】前記選択された点がこのエンジンの異なる運転領域の境界近傍にあたる時、それまでに算出された当該運転領域での適合値に基づき、前記徐変処理のための処理関数が更新される請求項9記載のエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項11】エンジンの運転領域を特性の異なる複数の領域に分割し、該分割された領域毎に、エンジンの運転状態とそれら対応するエンジン制御パラメータの適合値

との間の関係を定めたモデル式を設定することで、エンジンの各運転状態に対応する適合値を算出するエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項12】前記モデル式に基づいて算出される適合値のうち、前記分割された運転領域の境界近傍の値は、それら該当する運転領域での適合値の変化が急変することのないように徐変処理される請求項11記載のエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項13】エンジンの各運転状態における制御パラメータを同エンジンの特性値が要求条件を満たすように適合させるに、前記エンジンの特性値を同エンジンの各運転状態毎に予め計測して前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係を定めたモデル式を求めるとともに、それらモデル式に基づいて前記エンジンの特性値についての前記要求条件を満足する制御パラメータの適合値を算出するエンジン制御パラメータの適合方法であって、

前記エンジンの運転領域についてこれを特性の異なる複数の領域に分割し、これら分割した運転領域毎に前記要求条件を各別に設定することを特徴とするエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項14】前記適合値のうち、前記分割された運転領域の境界近傍の値は、それら該当する運転領域での適合値の変化が急変することのないように徐変処理される請求項13記載のエンジン制御パラメータの適合方法。

【請求項15】エンジンの各運転状態における制御パラメータを同エンジンの特性値が要求条件を満たすように適合させるエンジン制御パラメータの適合システムであって、

前記エンジンの特性値を同エンジンの各運転状態毎に計測する手段と、

それら計測値に基づき前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係を定めたモデル式を求める手段と、

それら求められたモデル式を記憶保持する手段と、

前記エンジンの特性値についてその要求条件を入力する手段と、

前記記憶保持されたモデル式と前記入力された要求条件とに基づいて同要求条件を満足する前記各制御パラメータの適合値を算出する手段と、

この算出された制御パラメータの適合値に基づいて前記エンジンを制御する際にその特性値を監視し、その監視結果を保持する手段と、

それら保持された監視結果とそれら対応する制御パラメータとの関係を適宜に演算処理して前記算出された適合値についての適否評価、並びに前記入力すべき要求条件の見直しを支援する手段と、

を備えることを特徴とするエンジン制御パラメータの適合システム。

【請求項16】エンジンの各運転状態における制御パラ

メータを同エンジンの特性値が要求条件を満たすように適合させるエンジン制御パラメータの適合システムであって、

前記エンジンの特性値を同エンジンの各運転状態毎に計測する手段と、

それら計測値を記憶保持する手段と、

この記憶保持された計測値に基づき前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係を定めたモデル式を求める手段と、

前記エンジンの特性値についてその要求条件を入力する手段と、

前記求められたモデル式と前記入力された要求条件とに基づいて同要求条件を満足する前記各制御パラメータの適合値を算出する手段と、

この算出された制御パラメータの適合値に基づいて前記エンジンを制御する際にその特性値を監視し、その監視結果を保持する手段と、

それら保持された監視結果とその対応する制御パラメータとの関係を適宜に演算処理して前記算出された適合値についての適否評価、並びに前記入力すべき要求条件の見直しを支援する手段と、

を備えることを特徴とするエンジン制御パラメータの適合システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はエンジン制御パラメータの適合方法及び適合システムに関する。

【0002】

【従来の技術】周知のように、例えば車両用エンジンの制御に際しては、排気エミッション特性や点火特性、燃料消費特性等、様々な要求を満たすべく、複雑な制御がなされている。すなわち、エンジンの回転速度や負荷に基づき決定されるエンジンの運転状態に応じた最適な燃料噴射量や最適な燃料噴射時期等、各種制御パラメータの適合値を予め設定しておき、この設定した適合値に基づいてそれら対象とされるエンジン制御を実行する排気エミッションに対する制約等を満足する走行を可能としている。

【0003】また、この適合値は通常、エンジンベンチ上で試行錯誤を繰り返すなどして求められる。すなわち、エンジンの出力軸とダイナモメータとを回転駆動軸によって連結し、ダイナモメータにてエンジンの負荷トルクをテストトルクとして吸収することで、エンジンが車両に搭載されて運転される状態を擬似的に作り出す。そして、例えばエンジンの回転速度や負荷等に基づいて決定される各種運転状態毎に、エンジン制御パラメータを様々な値に設定し、そのときのNOx排出量や燃料消費量等のエンジンの各種特性値についての計測値から、同パラメータの最適な値を適合値として取得する。

【0004】このように、エンジン制御パラメータの適

合値の取得には、試行錯誤とそれに伴う膨大な時間を必要とする。特に、筒内噴射式ガソリンエンジン等、成層燃焼を伴うエンジンの自動制御にかかる適合値の取得に関しては、その制御パラメータが多いためにこうした問題も深刻である。

【0005】そこで従来は、例えば特開平2000-248991号公報に見られるように、いくつかの計測点に基づきエンジンの出力特性に関する低次のモデル式を算出して上記適合値を取得する提案などもなされている。すなわち、エンジンの各回転速度とトルク毎に、いくつかのエンジン制御パラメータの値に対する上記エンジンの各種特性値を計測し、これに基づいて制御パラメータとそれら特性値との関係を低次のモデル式で表現する。そして、この低次のモデル式を用いて、排気エミッション等の様々な要求をそれら特性値が満たすときの制御パラメータの値を適合値として取得する。こうすることで、適合値の取得にかかる計測点の数を削減することができ、ひいては同適合値の取得に要する時間も短縮することができるようになる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、低次のモデル式を用いることで適合値の取得にかかる計測点を削減することができるとはいえ、低次のモデル式の信頼度は、制御パラメータの計測点に大きく影響される。このため、信頼度の高い適合値を算出するためには、パラメータの計測点として適切な値を取得するための何らかの試行錯誤をする必要があり、結果として計測点を増大させるおそれがある。

【0007】更に、上記適合値としてのパラメータの数が多い場合には、あるいはエンジン特性値に対する様々な要求をカバーせざるを得ない場合には、上記低次のモデル式を作成すること自体にも困難が伴うことがある。

【0008】本発明はこうした実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、エンジン制御パラメータの数や各種エンジン特性値に対する要求の増大に対しても、適合にかかる工数を削減しつつより精度の高い適合値を得ることのできるエンジン制御パラメータの適合方法及び適合システムを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】以下、上記目的を達成するための手段及びその作用効果について記載する。請求項1に記載の発明は、エンジンの各運転状態における制御パラメータを同エンジンの特性値が要求条件を満たすように適合させるエンジン制御パラメータの適合方法であって、前記エンジンの特性値を同エンジンの各運転状態毎に予め計測して前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係を定めたモデル式を求めるとともに、それらモデル式に基づいて前記エンジンの特性値についての前記要求条件を満足する制御パラメータの適合値を算出し、この算出した適合値に基づいて前記エンジ

ン制御したときの特性値を監視するとともに、その監視する特性値が所望の要求条件を満たすまで、同要求条件を見直しつつ前記モデル式に基づく前記制御パラメータの適合値の算出を繰り返すことをその要旨とする。

【0010】上記方法では、例えばテストベンチ等で、エンジンの特性値を同エンジンの各運転状態毎に予め計測して前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係を定めたモデル式が求められる。更に、それらモデル式に基づいて前記エンジンの特性値についての前記要求条件を満足する制御パラメータの適合値が算出される。

【0011】こうして算出された制御パラメータの適合値は、例えば実車走行等によってその妥当性が再度検討される。したがって、エンジン特性値への様々な要求が課せられたとしても、一旦算出した適合値に基づきエンジンが運転されるときの実際の特性値の評価を通じて、それら要求条件を満たす適合値の算出が可能となる。また、適合値の算出が繰り返される場合であれ、それらは全てモデル式に基づいて行われるため、エンジンの各運転状態毎の特性値についての予めの計測が繰り返されることはない。なお、適合値の再度の算出に際しては、上記モデル式を記憶しておくようにしてもよいし、上記特性値についての予めの計測値を記憶しておくようにしてもよい。モデル式は、それら計測値があれば容易に求めることができる。

【0012】請求項2記載の発明は、エンジンの各運転状態における制御パラメータを同エンジンの特性値が要求条件を満たすように適合させるに、前記エンジンの特性値を同エンジンの各運転状態毎に予め計測して前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係を定めたモデル式を求めるとともに、それらモデル式に基づいて前記エンジンの特性値についての前記要求条件を満足する制御パラメータの適合値を算出するエンジン制御パラメータの適合方法であって、前記エンジンの特性値についての前記各運転状態毎の予めの計測が、次の各工程、a. 前記適合値の算出を所望するエンジンの運転条件について予め代表点を定め、この定めた代表点での前記エンジンの特性値を計測する工程、及びb. この計測結果に基づいて制御パラメータとエンジンの特性値との関係を定めたモデル式を求める工程、及びc. この求めたモデル式から前記代表点での制御パラメータの前記エンジンの特性値についての要求条件を満足する最適値を算出する工程、及びd. この算出した最適値に基づいてエンジンの運転状態とそれに対応する適合値との関係を定める予測式を求める工程、及びe. この求めた予測式から前記適合値の算出を所望するエンジンの全運転条件に対する適合値を推定する工程、及びf. これら推定された適合値及びその近傍に設定された制御パラメータのもとに前記エンジンの特性値についての前記各運転状態毎の計測を行う工程、を経て行われることをその要旨とする。

る。

【0013】上記方法では、上記(a)～(d)の工程において、エンジン運転状態とそれに対応する適合値との関係を定める予測式を算出し、同予測式に基づいて適合値の算出を所望するエンジンの全運転条件に対する適合値を推定する。そして、この推定された適合値及びその近傍に設定された制御パラメータのもとにエンジンの特性値の計測を各運転状態毎に行う。

【0014】このように、上記方法によれば、制御パラメータの値を、予め適合値の存在する領域近傍に絞込んでからエンジンの特性値を計測するため、計測点の数を減らした場合であれ、適合値を精度よく算出することができるようになる。

【0015】請求項3記載の発明は、請求項2記載の発明において、前記代表点が前記エンジンの異なる運転領域毎に各別に定められ、前記予測式がそれら異なる運転領域毎に各別に求められることをその要旨とする。

【0016】上記方法では、複数の分割された各運転領域毎に予測式が算出される。このため、エンジンの運転領域によってエンジンの各種特性が顕著に異なる場合であれ、同予測式を精度の良いものとすることができるようになる。また、特性が顕著に異なる領域毎に各別の予測式を算出するようにすることで、上記予測式を低次のモデル式とした場合であれ、エンジンの各運転状態と制御パラメータの適合値との関係を的確に表現することができるようになる。

【0017】請求項4記載の発明は、請求項3記載の発明において、前記予測式によって推定される適合値のうち、前記エンジンの異なる運転領域の境界近傍の値は、それら該当する運転領域での適合値の変化が急変することのないように徐変処理されることをその要旨とする。

【0018】上記方法では、徐変処理を施すことで、エンジンの異なる運転領域の境界近傍において適合値の変化が急変することを好適に抑制することができるようになる。

【0019】請求項5記載の発明は、エンジンの運転状態とエンジン制御パラメータの適合値との間の関係を定めたモデル式を求めることで、エンジンの各運転状態に対応する適合値を算出するエンジン制御パラメータの適合方法であって、エンジンの運転状態とエンジン制御パラメータの適合値との間の関係を定めたモデル式を予備的に設定する工程の後、次の各工程、a. 前記モデル式から前記計測点以外の少なくとも1つの点における適合値を算出する工程、及びb. この算出された適合値及びその近傍に設定された制御パラメータのもとに前記エンジンの特性値についての当該運転条件での計測を行う工程、及びc. この計測結果に基づいて当該制御パラメータとエンジンの特性値との関係式を求める工程、及びd. この求めた関係式から当該運転状態におけるエンジン特性値についての要求条件を満足する制御パラメータ

の適合値を算出する工程、及びe. この算出した適合値に基づいて前記モデル式を更新する工程、を任意回繰り返すことでエンジンの運転状態とエンジン制御パラメータの適合値との間の関係を定めたモデル式を求めることをその要旨とする。

【0020】上記方法では、エンジンの運転状態とエンジン制御パラメータの適合値との間の関係を定めたモデル式を用いて、少なくとも1つの点における適合値が算出される。そして、制御パラメータを、算出された適合値及びその近傍に設定してエンジンの特性値の計測を行うことで、この新たな計測においては、計測点の数を削減しつつも上記(c)及び(d)の工程によって算出される適合値は、精度のよいものとなる。更に、この算出された適合値に基づいてモデル式が更新されることで、このモデル式そのものの精度をも向上させていくことができるようになる。

【0021】したがって、上記方法によれば、所望とするモデル式の精度が、はじめに予備的に設定されるモデル式の精度や、はじめに計測される点における計測結果によって大きく影響されることを好適に抑制することができるようになる。

【0022】なお、この請求項5記載の発明におけるエンジンの運転状態とエンジン制御パラメータの適合値との間の関係を定めたモデル式を予備的に求める工程は、請求項6記載の発明によるように、前記エンジンの運転状態からいくつかの計測点を定め、この定めた計測点での前記エンジンの特性値を計測する工程、及びこの計測結果に基づいて制御パラメータとエンジンの特性値との関係式を求める工程、及びこの求めた関係式から前記計測点での制御パラメータの前記エンジンの特性値についての要求条件を満足する最適値を算出する工程、及びこの算出した最適値に基づいてエンジンの運転状態とその対応する適合値との関係を定めるモデル式を求める工程、としてもよい。

【0023】また、この請求項6記載の発明におけるモデル式を用いて最終的に制御パラメータを算出し、例えばエンジンの制御マップ等に適用する場合には、請求項7記載の発明によるように、エンジンの各運転状態における制御パラメータを同エンジンの特性値が要求条件を満たすように適合させる際に、前記エンジンの特性値を同エンジンの各運転状態毎に予め計測して前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係式を求めるとともに、それら関係式に基づいて前記エンジンの特性値についての前記要求条件を満足する制御パラメータの適合値を算出するエンジン制御パラメータの適合方法であって、前記エンジンの特性値についての前記各運転状態毎の予めの計測、及び前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係式の求出、及びそれら関係式に基づく前記エンジンの特性値についての前記要求条件を満足する制御パラメータの適合値の算出が、次の各工

程、a. 前記適合値の算出を所望するエンジンの運転条件について予め代表点を定め、この定めた代表点での前記エンジンの特性値を計測する工程、及びb. この計測結果に基づいて制御パラメータとエンジンの特性値との関係式を求める工程、及びc. この求めた関係式から前記代表点での制御パラメータの前記エンジンの特性値についての要求条件を満足する最適値を算出する工程、及びd. この算出した最適値に基づいてエンジンの運転状態とその対応する適合値との関係を定めるモデル式を求める工程と、前記適合値の算出を所望するエンジンの全ての運転条件について同適合値が求まるまでの次の各工程、e. 前記適合値の算出を所望するエンジンの運転条件について先に計測した点以外の少なくとも1つの点を選択する工程、及びf. 前記求めたモデル式から前記選択した点での適合値を推定する工程、及びg. この推定された適合値及びその近傍に設定された制御パラメータのもとに前記エンジンの特性値についての当該運転条件での計測を行う工程、及びh. この計測結果に基づいて当該制御パラメータとエンジンの特性値との関係式を求める工程、及びi. この求めた関係式から前記選択した点での制御パラメータの前記エンジンの特性値についての要求条件を満足する適合値を算出する工程、及びj. この算出した適合値に基づいて前記求めたモデル式を更新する工程、の繰り返しを経て行われるようにしてもよい。

【0024】請求項8記載の発明は、請求項5～7のいずれかに記載の発明において、前記モデル式が複数に分割された運転領域毎に各別に求められるとともに各別に更新されることをその要旨とする。

【0025】上記方法では、複数に分割された各運転領域毎に、それぞれ別に予測式が設定される。このため、エンジンの運転領域によってエンジンの各種特性が顕著に異なる場合であれ、予測式を精度の良いものとすることができるようになる。また、特性が顕著に異なる領域毎に各別の予測式を算出するようにすることで、上記予測式を低次のモデル式とした場合であれ、エンジンの各運転状態と前記制御パラメータの適合値との関係を的確に表現することができるようになる。

【0026】請求項9記載の発明は、請求項8記載の発明において、前記エンジンの異なる運転領域の境界近傍の値は、それら該当する運転領域での適合値の変化が急変することのないように徐変処理されることをその要旨とする。

【0027】上記方法では、徐変処理を施すことで、エンジンの異なる運転領域の境界近傍において適合値が急変することを好適に抑制することができるようになる。請求項10記載の発明は、請求項9記載の発明において、前記選択された点がこのエンジンの異なる運転領域の境界近傍にあたる時、それまでに算出された当該運転領域での適合値に基づき、前記徐変処理のための処理

関数が更新されることをその要旨とする。

【0028】上記方法では、選択された点がこのエンジンの異なる運転領域の境界近傍にあたる時、それまでに算出された当該運転領域での適合値に基づき徐変関数を更新する。このため、対象となるエンジンにおいて予め精密な徐変関数を設定する情報を得ることができない場合であれ、適合工程の中で、この徐変関数を精度の良いものにしていくことができるようになる。

【0029】請求項11記載の発明は、エンジンの運転領域を特性の異なる複数の領域に分割し、該分割された領域毎に、エンジンの運転状態とその対応するエンジン制御パラメータの適合値との間の関係を定めたモデル式を設定することで、エンジンの各運転状態に対応する適合値を算出することをその要旨とする。

【0030】上記方法では、複数の分割された各運転領域毎に、それぞれ別にエンジンの各運転状態と前記制御パラメータの適合値との関係を定めるモデル式が設定される。このため、エンジンの運転領域によってエンジンの特性が顕著に異なる場合であれ、エンジンの各運転状態と前記制御パラメータの適合値との関係を定めるモデル式を精度の良いものとするができるようになる。また、特性が顕著に異なる領域毎に各別の予測式を算出するようにすることで、上記モデル式を低次の式とした場合であれ、エンジンの各運転状態と前記制御パラメータの適合値との関係を的確に表現することができるようになる。

【0031】請求項12記載の発明は、請求項11記載の発明において、前記モデル式に基づいて算出される適合値のうち、前記分割された運転領域の境界近傍の値は、それら該当する運転領域での適合値の変化が急変することのないように徐変処理されることをその要旨とする。

【0032】上記方法では、徐変処理を施すことで、エンジンの異なる運転領域の境界近傍において適合値が急変することを好適に抑制することができるようになる。請求項13記載の発明は、エンジンの各運転状態における制御パラメータを同エンジンの特性値が要求条件を満たすように適合させるに、前記エンジンの特性値を同エンジンの各運転状態毎に予め計測して前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係を定めたモデル式を求めるとともに、それらモデル式に基づいて前記エンジンの特性値についての前記要求条件を満足する制御パラメータの適合値を算出するエンジン制御パラメータの適合方法であって、前記エンジンの運転領域についてこれを特性の異なる複数の領域に分割し、これら分割した運転領域毎に前記要求条件を各別に設定することをその要旨とする。

【0033】上記方法によれば、エンジンの運転領域についてこれを特性の異なる複数の領域に分割し、これら分割した運転領域毎に前記要求条件を各別に設定するこ

とで、適合値の算出を迅速に行うことができる。すなわち、特性の異なる領域間で同一の要求条件を設定すると、適合値の解が存在しないことがあり、この場合、この事態を打開するために、新たな試行錯誤等が必要となる。例えば、各運転状態毎に要求条件を設定することもその設定に多くの試行錯誤を必要とする。これに対して、上記方法によれば、分割した運転領域毎に前記要求条件を各別に設定することで、同要求条件を満たす適合値を的確に算出することができるようになる。

【0034】請求項14記載の発明は、請求項13記載の発明において、前記適合値のうち、前記分割された運転領域の境界近傍の値は、それら該当する運転領域での適合値の変化が急変することのないように徐変処理されることをその要旨とする。

【0035】上記方法によれば、徐変処理を施すことで、エンジンの異なる運転領域の境界近傍において適合値が急変することを好適に抑制することができるようになる。請求項15記載の発明は、エンジンの各運転状態における制御パラメータを同エンジンの特性値が要求条件を満たすように適合させるエンジン制御パラメータの適合システムであって、前記エンジンの特性値を同エンジンの各運転状態毎に計測する手段と、それら計測値に基づき前記各制御パラメータとそれらエンジンの特性値との関係を定めたモデル式を求める手段と、それら求められたモデル式を記憶保持する手段と、前記エンジンの特性値についてその要求条件を入力する手段と、前記記憶保持されたモデル式と前記入力された要求条件とに基づいて同要求条件を満足する前記各制御パラメータの適合値を算出する手段と、この算出された制御パラメータの適合値に基づいて前記エンジンを制御する際にその特性値を監視し、その監視結果を保持する手段と、それら保持された監視結果とその対応する制御パラメータとの関係を適宜に演算処理して前記算出された適合値についての適否評価、並びに前記入力すべき要求条件の見直しを支援する手段と、を備えることをその要旨とする。

【0036】上記構成では、算出された制御パラメータの適合値に基づいて前記エンジンを制御する際にその特性値を監視し、その監視結果を保持する手段を用いることで、例えば実車走行試験等によるエンジンの運転状態と、そのときのエンジンの特性値及び制御パラメータの値を取得することができる。また、それら保持された監視結果とその対応する制御パラメータとの関係を適宜に演算処理して前記算出された適合値についての適否評価、並びに前記入力すべき要求条件の見直しを支援する手段によって、様々な要素に基づいて要求条件の見直しを容易に行うことができる。

【0037】こうして、要求条件が見直されたときには、新たな要求条件を入力するのみで、上記モデル式に基づく同要求条件を満足する前記各制御パラメータの適合値が算出される。したがって、要求条件の見直しに際

して、同要求条件を満たす適合値を得るために新たな計測を行う必要がなく、適合工数を削減することができる。

【0038】したがって、上記構成によれば、その適合工数を削減しつつも様々な要求条件を満たす適合値を得ることができるようになる。なお、この請求項15記載の発明によるようにモデル式を記憶保持する構成とする代わりに、請求項16記載の発明によるように、同モデル式を算出するために用いる計測値を記憶保持する構成としてもよい。

【0039】

【発明の実施の形態】（第1の実施形態）以下、本発明にかかるエンジン制御パラメータの適合方法及び適合システムを、筒内噴射式ガソリンエンジンにおける成層燃焼時の制御マップに対してその適合値の算出に適用した第1の実施形態について図面を参照しつつ説明する。なお、この制御マップは、エンジンの運転状態を回転速度と負荷とで定義し、これら回転速度（ $n_e$ ）及び負荷（ $k_1$ ）の少なくとも一方が互いに異なる例えば120点の運転条件に対して、それぞれ制御パラメータの適合値を設定したものである。

【0040】図1は、本実施形態にかかるエンジン制御パラメータの適合システムの全体構成を示すブロック図である。同図1に示されるように、制御パラメータによって制御される対象となる筒内噴射型ガソリンエンジン10は、シリンダ11及びピストン12によって区画形成される燃焼室13に燃料を直接噴射可能とすべく同燃焼室13の上方にインジェクタ14を備えている。更に、エンジン10は、燃焼室13内の混合気に点火するための点火プラグ15を備えている。

【0041】上記燃焼室13には吸気通路16から空気が吸入され、これが上記噴射される燃料とともに混合気になるとともに、この混合気の上記点火による燃焼ガスが排気として同燃焼室13から排気通路17へ排出される構造となっている。この吸気通路16からの空気の吸入及び排気通路17への排気の排出の各タイミングは、それぞれ吸気バルブ18及び排気バルブ19の開弁タイミングによって設定される。そして、ここに例示するエンジン10の場合、この吸気バルブ18の開弁タイミング（排気バルブ19の開弁期間とのオーバーラップ量）は、可変バルブタイミング機構（以下VVTという）20によって可変設定される。

【0042】一方、エンジン10の燃焼室13に取り込まれる空気量は、吸気通路16の途中に設けられた電子制御スロットル21によって調量される。また、排気通路17へ排出された排気の一部は、EGR通路22を介して吸気通路16に戻される。そして、この戻される排気量は、EGRバルブ23の開弁量によって調量される。

【0043】こうしたエンジン10の制御は、電子制御

装置（以下、ECUという）30によって行われる。また、このECU30には、水温センサ26やエンジン10の出力軸24近傍に設けられた回転速度センサ25等、エンジンの運転状態を計測する各種センサからの情報が計測情報として入力される。

【0044】一方、上記エンジン10の各種制御パラメータを適切な値に設定する制御マップの各適合値を算出する本実施形態の適合システムは、エンジン10の出力軸24と連結されるダイナモメータ31や、ダイナモメータ31を操作するダイナモ操作盤32、ダイナモメータ31を所定の条件に制御すべくダイナモ操作盤32に指令を送る自動計測装置33を備えている。

【0045】ここで、ダイナモメータ31は、エンジン10の出力軸24の発生するトルクを吸収することで、エンジン10を擬似的に車両に搭載した負荷状態にして各種試験を行うためのものである。そして、ダイナモメータ31の吸収するトルクは、自動計測装置33からの指令にしたがって、ダイナモ操作盤32が操作されることで制御される。

【0046】また、同適合システムは、ECU30及び自動計測装置33間でのデータのやりとりを仲介するパネルチェッカー34を備えている。そして、自動計測装置33では、このパネルチェッカー34を介して、ECU30内に保持されるエンジン10の上記計測情報を取得する。一方、同自動計測装置33では、この計測情報によってモニタされるエンジン10の状態に基づいて、アクセルペダルの踏み込み量に相当するデータ等をパネルチェッカー34を介してECU30に供給する。

【0047】すなわち、エンジン10が実際に車両に搭載されるときには、上記各種センサ等からECU30に入力される計測情報に基づきその運転状態が制御される。これに対し、ダイナモメータ31を用いて擬似的に車両に搭載された状態を作り出す場合には、運転者の意志を反映したアクセルペダルの踏み込み量等のデータがECU30に供給されない。そこで自動計測装置33では、このようなアクセルペダルの踏み込み量に相当するデータ等を上記パネルチェッカー34を介してECU30に供給することで、同エンジン10を所望の運転状態に制御する。

【0048】一方、ECU30内には、エンジン10の制御情報として、同エンジン10に類似する機種のエンジンの制御マップ等、当該エンジン10を大まかに制御することのできる制御マップを備えている。したがって、この適合システムによるエンジン10の走行試験時には、同エンジン10の状態を検出する上記各種センサからの計測情報や自動計測装置33から入力されるデータに基づき、この制御マップを通じてECU30によるエンジン10の制御が行われる。

【0049】こうした自動計測装置33によるエンジン10やダイナモメータ31を制御する指令は、大きくは



自動計測装置33内の条件ファイルに基づいて設定される。この条件ファイルには、基本的には、計測を所望するエンジン10の各運転状態（回転速度及びトルク）毎に、その制御パラメータが書き込まれている。そして、この各運転状態毎にエンジン10が固定制御されてそのときのエンジン10の出力が計測器35によって計測される。なお、この条件ファイル内に設定される各条件は、条件設定ツール53によって設定される。

【0050】この条件ファイルに設定された各運転状態にエンジン10の運転状態を制御するために、自動計測装置33では、パネルチェッカー34を介してECU30にアクセルペダルの踏み込み量に相当するデータ等を供給する。そして、エンジン10がこの条件ファイルを通じて設定された運転状態に制御されると、自動計測装置33では、パネルチェッカー34を介してECU30内のメモリあるいはレジスタ等にマニュアルフラグをセットする。このマニュアルフラグは、上記制御マップによるエンジン10の制御を禁止するフラグである。エンジン10が上記条件ファイルを通じて設定された運転状態となると、自動計測装置33では、このフラグをセットするとともに、エンジン10の制御パラメータを同条件ファイル内に設定された値に固定制御する。

【0051】こうして上記条件ファイルに設定されたエンジン運転条件下、制御パラメータが所定の制御値にて固定制御された状態で、消費燃料量や排気中のNOx濃度、出力トルクの変動量等、エンジン10の各種特性値が計測器35により計測される。

【0052】詳しくは、この計測器35は、エンジン10に供給される燃料量を計測する燃費計や、エンジン10の排気通路17から排出されるガス成分中のNOx濃度を分析する分析計、エンジン10及びダイナモメータ31間に設置されたトルクメータ及び同トルクメータの値を計算処理するトルク変動計を備えている。そして、消費燃料量に関しては、燃費計による計測値が、自動計測装置33内で計算処理される。また、NOx濃度は、分析計で算出された濃度が計測値として用いられ、自動計測装置33によって計算処理される。更に、出力トルクの変動量は、トルク変動計の値として計測され、自動計測装置33で計算処理される。これら自動計測装置33

3内で計算処理されたデータが計測データとなる。

【0053】この計測データを上記各条件ファイル毎に保持すべく、この適合システムは、サーバ40を備えている。また、同適合システムは、このサーバ40に保持された計測データを各条件ファイルの情報とともに解析する解析ツール50や、この解析ツール50による解析結果を表示する表示器51、同解析結果の一部を記憶保持するデータベース52を備えている。更に、これら解析ツール50や、条件設定ツール53等を操作すべく、上記適合システムは、操作部60を備えている。

【0054】ここで、上記条件ファイルに設定されるエンジン10の運転状態についてその設定態様や、上記解析ツール50によるエンジン制御パラメータの適合値の算出態様について説明する。

【0055】上述したように、本実施形態では、エンジン10の成層燃焼領域において、回転速度と負荷とで定まる120点の運転条件に対して、それら各点におけるエンジン制御パラメータの適合値を算出する。

【0056】そして、この120点の適合値の算出は、基本的には、

- ・各運転状態毎に、制御パラメータの値をいくつか設定してエンジン10の上述した各種特性値を計測する。

- ・こうした計測結果に基づいて、各運転状態毎に、各制御パラメータとエンジン10の各種特性値との関係を定めた低次のモデル式を求める。

- ・各運転状態毎に上記エンジン10の各種特性値に対して予め設定された要求条件に基づいて、この求めたモデル式から各運転状態における制御パラメータの適合値を算出する。

といった手順にて行われる。

【0057】ここで、本実施形態における上記モデル式は、エンジン10の上記計測する各種特性値を、消費燃料量BSFC、窒素酸化物排出量NOx、トルク変動量TFとし、また上記制御パラメータを、電子制御スロットル21の開度x、点火時期y、燃料噴射時期z、EGRBバルブ23の開度（EGR量）w、吸気バルブ18の開弁時期（バルブオーバーラップ量またはVVT進角値）をvとして下式にて定義される。

・消費燃料量

$$\begin{aligned} BSFC = & a10 + a11 \times x + a12 \times y + a13 \times z + a14 \times w \\ & + a15 \times v + a16 \times y \times y + a17 \times w \times y + a18 \times v \times y \\ & + a19 \times w \times v + \dots \end{aligned} \quad \dots (a1)$$

・窒素酸化物排出量

$$\begin{aligned} NOx = & a20 + a21 \times x + a22 \times y + a23 \times z + a24 \times w \\ & + a25 \times v + a26 \times y \times y + a27 \times w \times w + a28 \times v \times v \\ & + a29 \times v \times x + \dots \end{aligned} \quad \dots (a2)$$

・トルク変動量

$$\begin{aligned} TF = & a30 + a31 \times x + a32 \times y + a33 \times z + a34 \times w \\ & + a35 \times v + a36 \times y \times y + a37 \times z \times z + a38 \times v \times y \end{aligned}$$

$$+a39 \times v \times x + \dots$$

上記(a1)～(a3)にて表される2次の各モデル式は、各制御パラメータのそれぞれについて2次までの項と、同制御パラメータの任意の2つの交互作用を示す項とから、一般的な知見により影響の少ないと考えられる項を除くことで得られる多項式である。

【0058】そして、上記各運転状態毎に、これら(a1)～(a3)のモデル式を求めるために、同各運転状態毎に制御パラメータの値をいくつか設定してエンジン10の上記対象とする特性値の計測を行う。この計測の関しては、上記モデル式の定数(a10、a20、a30)、及び上記モデル式の係数(a11、a12、…a21、a22、…a31、a32、…)を算出する際に、最小の計測点で最高の精度を得るために、各計測点を実験計画法によって設定する。

【0059】具体的には、各運転状態毎に、各制御パラメータを、センターポイント及びその上下の値の3点に設定する。そして、センターポイントを「0」、その上下の値を「+1」及び「-1」として、図2に例示するような直交表を用いて29点の計測を行う。この直交表は、上記(a1)～(a3)に示す態様にて交互作用項を含む各モデル式に対して計測点の数を削減しつつ、同計測から得られる情報を最適化するための設定がなされたものである。なお、図2においては、センターポイントを計測の最初(第1点)、中間(第12点)、最後(第29点)の3回計測することにしているが、これはセンターポイント計測時の試験バラツキの影響を除くための配慮である。

【0060】また、上記直交表における「+1」及び「-1」に対応して、各制御パラメータ毎に振幅を予め設定しておく。したがって、例えば点火時期 $\gamma$ のセンターポイントを上記ピストン12の上死点から「30度」の進角された点とし、振幅を「4度」とすると、計測に用いられる制御パラメータの値は、上記直交表の「0」、「+1」、「-1」に対応して、それぞれ「30度」、「34度」「26度」となる。

【0061】ところで、上記(a1)～(a3)式の算出に際し、その信頼度を高めるためには、計測点を適合点近傍に設定することが、換言すれば、センターポイントを予め適合値に近い値に設定することが望ましい。このことは、図3に模式的に示す曲線によって説明される。

【0062】すなわち、真の特性が図3に実線で示される曲線のように非線形性の強い複雑な特性を有する場合、低次のモデル式でこの実線で示される曲線を精度よく近似することのできる領域は必ずと限られてくる。

【0063】ここで、実線で示される曲線の極値Tを最適値とし、且つ3点の計測値を用いて代数的に得られる2次のモデル式から極値を算出する場合を例に取って、低次のモデル式の適用限界について更に説明する。

$$\dots (a3)$$

【0064】同図3に示されるように、三角形のプロットで表される適合値近傍領域の3点を計測すると破線で示される曲線が得られる。そして、この破線で示される曲線の極値は、実線で示される曲線の極値Tにほぼ一致する。これに対し、白丸のプロットで表される上記適合値近傍領域よりも広域の3点を計測すると、同図3に一点鎖線で示される2次のモデル式が得られる。そして、この一点鎖線の曲線から算出される極値T'は、上記最適値(極値T)から大きくずれたものになってしまう。

【0065】このように、低次のモデル式を用いて精度のよい適合値を得るためには、予め適合値近傍の領域で計測を行うことが望ましい。そして、予め計測点を適合値近傍に絞り込むことのできない場合には、計測点を増大させて計測を行い、この計測結果に基づいて上記絞り込みを行うなどする必要が生じる。

【0066】そこで、本実施形態では、適合値の算出を所望する120点からなる各運転条件からいくつかの代表点を取り出し、この代表点の計測結果に基づいて制御パラメータと適合値との関係を定めた予測式を求めることで、それら120点の適合値を推定するようにしている。そして制御パラメータを、この推定値とその近傍の値とに設定して、同120点の各点において計測を行う。本実施形態では、こうして得られる計測値を用いて上記各点における上記(a1)～(a3)のモデル式を求めることで、その信頼度を高めることができるようにしている。なお、この代表点に関しては、類似のエンジンの適合値に基づいて予測するか、多数の計測点を用いて予め絞り込みを行うなどしてセンターポイントを設定するようにすればよい。

【0067】更に、本実施形態では、制御パラメータと適合値との関係を定めた予測式を、図4に示す3つの運転領域毎に各別に設定するようにする。これは、成層燃焼を行う領域が実際には同図4に示される各領域でそれぞれ異なる性質を持ち、もしもこれら3つの領域をまとめて上記予測式を作成すると、適合値の推定を精度よく行うことができなくなる懸念があるためである。

【0068】例えば、成層燃焼領域のうちの最も低負荷低回転速度の領域(アイドル近傍領域)では、失火が生じやすい。このため同領域では、失火の発生しにくい部分でNOx等の要求値を厳しく設定すると、それらを満たす解がなくなることがある。したがって、同領域では、同要求条件を緩和して失火の生じにくい部分を確保するなどの工夫が必要となることがある。また、アイドル近傍領域と回転速度がほぼ等しく、負荷が大きな領域であるレーシング発進領域では、トルク変動が問題となりやすく、トルク変動が極小になる制御パラメータを適合値とすることが望ましい。これに対して、成層燃焼領域のうち、上記アイドル近傍領域及びレーシング発進領域以外の領域である常用領域では、燃費やNOx、トル

ク変動の要求値を満たす解の集合が十分に存在することが多い。したがって、この領域では、アイドル近傍領域で緩和したNOxの条件等を補うような要求条件に設定することができる。

【0069】こうした実情から本実施形態では、上記常用領域及びアイドル近傍領域及びレーシング発進領域の各運転領域毎に異なる要求条件を設定する。なお、これら各異なる要求条件を満たす上記各領域毎の予測式を、本実施形態では以下の式で定義する。

【0070】＜アイドル近傍領域＞

$$\begin{aligned} x &= b11 \times ne + b12 \times kl + b13 \times ne \times kl + b14 \\ z &= b21 \times ne + b22 \times kl + b23 \times ne \times kl + b24 \times kl \times kl + b25 \\ v &= b31 \times ne + b32 \times kl + b33 \times ne \times kl + b34 \times kl \times kl + b35 \\ w &= b41 \times ne + b42 \times kl + b43 \times ne \times kl + b44 \times kl \times kl + b45 \\ y &= b51 \times ne + b52 \times kl + b53 \times ne \times kl + b54 \times kl \times kl + b55 \end{aligned}$$

＜レーシング発進領域＞

$$\begin{aligned} x &= c11 \times ne + c12 \times kl + c13 \times ne \times kl + c14 \\ z &= c21 \times ne + c22 \times kl + c23 \times ne \times kl + c24 \times ne \times ne + c25 \times kl \times kl + c26 \\ v &= c31 \times ne + c32 \times kl + c33 \times ne \times kl + c34 \times kl \times kl + c35 \\ w &= c41 \times ne + c42 \times kl + c43 \times ne \times kl + c44 \times kl \times kl + c45 \\ y &= c51 \times ne + c52 \times kl + c53 \times ne \times kl + c54 \times kl \times kl + c55 \end{aligned}$$

＜常用領域＞

$$\begin{aligned} x &= d11 \times ne + d12 \times kl + d13 \times ne \times kl + d14 \times ne \times ne + d15 \times kl \times kl + d16 \\ z &= d21 \times ne + d22 \times kl + d23 \times ne \times kl + d24 \times ne \times ne + d25 \times kl \times kl + b25 \\ v &= d31 \times ne + d32 \times kl + d33 \times ne \times kl + d34 \times ne \times ne + d35 \times kl \times kl + b35 \\ w &= d41 \times ne + d42 \times kl + d43 \times ne \times kl + d44 \times ne \times ne + d45 \times kl \times kl + b45 \\ y &= d51 \times ne + d52 \times kl + d53 \times ne \times kl + d54 \times ne \times ne + d55 \times kl \times kl + b55 \end{aligned}$$

そして、上記代表点を、図4に例示する13点に設定する。これにより、上記3つの領域における各予測式の算出に際して、それら領域に含まれる各5点の適合値を用いることができる。ちなみに、この5点の適合値を用いた上記各予測式の算出は、例えば、以下のように行う。

【0071】まず、5つの代表点(ne、kl)の標準偏差std(ne)、std(kl)及び平均ave

(ne)、ave(kl)を算出し、それら代表点での回転速度NE及び負荷KLを下式にて定義する。

$$NE = \{ ne - ave(ne) \} / std(ne)$$

$$KL = \{ kl - ave(kl) \} / std(kl)$$

そして、適合値の平均をave(x)、ave(y)…とすることで、例えば、常用領域の電子スロットル開度xは、

$$\begin{aligned} x &= d11 \times NE + d12 \times KL + d13 \times NE \times KL + d14 \times NE \times NE + d15 \times KL \times KL + ave(x) \\ &= d11 \times NE + d12 \times KL + d13 \times NE \times KL + d14 \times NE \times NE + d15 \times KL \times KL + d16 \end{aligned}$$

などとして近似することができる。

【0072】なお、複数の領域の境界近傍の計測点については、それら各領域の予測式に基づいて得られる推定値を直接用いる代わりに、領域間の境界の両側で推定値が大きく異なることがないように処理を施した値を用いる。具体的には、例えばファジィ推論によるモデル化を行い、予め各領域の境界近傍を滑らかにつなぐことのできるメンバーシップ関数を定義しておく。そして、上記各予測式に基づいて得られた推定値に対応するメンバーシップ関数の値を乗算する。これにより、各予測式から得られる推定値の間の値を、上記センターポイントとして設定することができるようになる。

【0073】図5に、このメンバーシップ関数の一例を示す。同図5に示すメンバーシップ関数は、アイドル近傍領域及び常用領域内で定義されたメンバーシップ関数のうち、負荷を一定としたときのものである。

【0074】同図5に示すように、アイドル近傍領域のメンバーシップ関数f1は、エンジン回転速度が、常用領域との境界から十分離れてアイドル領域内に入っているときには、値「1」をとる。したがって、このときには、上記アイドル近傍領域における予測式から得られる値が、そのまま推定値として用いられる。

【0075】一方、アイドル近傍領域及び常用領域間の境界近傍であるエンジン回転速度が例えば「α」である領域においては、それら各領域に対応するメンバーシップ関数f1、f2の値は、「0」より大きく「1」より小さい値である「β」及び「γ」をとる。したがってこの場合、エンジン回転速度が「α」であるときにアイドル領域の予測式から得られる値に「β」を乗算したものと、エンジン回転速度が「α」であるときに常用領域の予測式から得られる値に「γ」を乗算したものと和が、推定値として用いられることとなる。

【0076】次に、本実施形態にかかるエンジン制御パラメータの適合手順について説明する。図6に、エンジン制御パラメータの適合値を決定する手順を示す。

【0077】この図6に示されるステップ1000においては、上述したように、120点からなる各マップ点でのエンジンの各種特性値が計測される。この各マップ

点の計測手順は、図7のフローチャートに示される。

【0078】すなわち、この計測に際してはまず、ステップ100において、上記13点からなる各代表点におけるエンジンの各種特性値が計測される。これは以下のような手順で行われる。

(イ) 先の図1に示した条件設定ツール53において、各代表点毎に条件ファイルが設定される。

(ロ) 操作部60を介して外部から、各代表点における制御パラメータのセンターポイントとなる値が入力される。

(ハ) 条件設定ツール53において、上記各代表点毎に、上記入力された値をセンターポイントとし、実験計画法の直交表に基づいて計測に用いる制御パラメータの値が設定される。この設定された制御パラメータの値は、上記条件ファイルに記入される。

(ニ) 13点からなる全ての代表点について条件ファイルが設定されると、この条件ファイルは、自動計測装置33に転送される。

(ホ) 自動計測装置33では、ECU30内にセットされる前記マニュアルフラグをリセットする。この状態で、ダイナモメータ31及びECU30に所定の指令が送られることで、特定の条件ファイルに設定された回転速度に一致するようにエンジン10の回転速度が制御される。次に、エンジン10の負荷が同条件ファイルに設定されたものとなるように制御される。

(ヘ) そして、パネルチェッカー34を介してECU30から供給される計測データに基づき、エンジン10の運転状態が条件ファイルでの設定に一致した旨判断されると、自動計測装置33では、パネルチェッカー34を介してECU30に前記マニュアルフラグをセットするとともに、エンジン10の各制御パラメータを条件ファイルに設定された29通りのうちの1つに固定する。

(ト) この状態でエンジン10の各種特性値が計測される。そして、所定期間に渡る計測が終了されると、制御パラメータが上記条件ファイルに設定された他の値に固定制御され、再度計測が行われる。

(チ) こうして1つの条件ファイルに設定された上記29ポイントの計測が終了すると、この計測データはサーバ40に自動登録される。そして、次の条件ファイルが選択されるとともに、ECU30内のマニュアルフラグがリセットされ、新たに選択された条件ファイルに設定されている運転状態へとエンジン10の運転状態が制御される。

【0079】こうした一連の手順によって13点からなる代表点の計測が終了すると、図7のステップ200に移行する。このステップ200では、先の図1に示した解析ツール50によって各代表点毎に上記(a1)～(a3)のモデル式が算出される。すなわち、まず、解析ツール50では、計測データをサーバ40から、また、対応する条件ファイルを自動計測装置33からそれぞれ

取り込む。そして、条件ファイルに記入されている計測時の制御パラメータの種類等、各種計測条件と、計測データとに基づいて上記モデル式が算出される。

【0080】そして、各代表点毎にモデル式が算出されると、ステップ300に移行する。このステップ300では、解析ツール50によって、各代表点毎のモデル式から同代表点毎に要求条件を満たす最適値が算出される。この要求条件は、予め操作部60を介して外部から解析ツール50に入力されている。

【0081】この要求条件は、例えば上記常用領域(図4)に属する代表点に関しては、図8に例示するように、NOxの排出量及びトルク変動量に対して上限を設定し、この範囲内で消費燃料量が最小になる条件に設定することが望ましい。ちなみに、上記算出された各モデル式からNOxの排出量が上限値以下となり、且つトルク変動量が最小時及び許容しうる上限値間となる領域が、同図8中の斜線で囲まれた適合領域となる。そのためここでは、この適合領域において消費燃料量BSFCが最小となる値が最適値として算出される。なお、レーシング発進領域(図4)においては、上述した理由から、例えばトルク変動最小時の消費燃料量BSFCのグラフ上から最適値が算出されることが望ましい。

【0082】こうして各代表点における最適値が算出されると、各代表点毎に、計測値と最適値、更に最適値の算出に用いたモデル式とがグラフ化され、先の図1に示した表示器51によって表示される。これによりロバスト性のチェックを行うことができる。すなわち、上記解析ツール50によって数値解析により算出された最適値は、ロバスト性に乏しい値である可能性がある。したがって、算出された最適値と計測値と上記モデル式とをグラフ化して表示することで、ロバスト性のチェックを行う。

【0083】こうして各代表点毎に算出された最適値がロバスト性を満たすと判断されると、ステップ400(図7)において、解析ツール50では、これら最適値に基づいて、アイドル近傍領域、レーシング発進領域、常用領域の各領域毎に上記予測式を算出する。

【0084】上記予測式が算出されると、ステップ500において、解析ツール50において、120点からなる全マップ点の適合値が推定される。この推定に際して、上記3つの領域の境界近傍については、上記各予測式から算出される値が直接用いられることなく、上述したように、同算出された値をメンバーシップ関数等に基づき徐変処理した値が用られる。

【0085】上記態様にて120点からなる各マップ点で適合値が推定されると、ステップ600において、これらをセンターポイントとする上記ステップ100と同様の計測が行われる。すなわち、条件設定ツール53において、各マップ点毎に条件ファイルが設定された後、各条件ファイルに各推定適合値がセンターポイントとし

て書き込まれる。そして、この条件ファイルに基づき自動計測装置 33 では、上記センターポイントとその上下値とが制御パラメータの値として設定された各 29 ポイントの計測を行う。この計測結果は、それぞれサーバ 40 に自動登録される。

【0086】このように、図 7 に示す一連の手順にて全 120 点からなるマップ点の計測が終了されると、先の図 6 に示すステップ 2000 の処理に移行する。このステップ 2000 では、先の図 7 に示したステップ 200 と同様に、各マップ点毎に上記 (a1) ~ (a3) に示すモデル式が算出される。

【0087】そして、ステップ 3000 において、先の図 7 に示したステップ 300 同様、これら各マップ点毎に算出されたモデル式から、各点での適合値が算出される。次に、ここでも各マップ点毎に、計測値、算出された適合値、同算出に用いたモデル式がグラフ化され、先の図 1 に示した表示器 51 によって表示されることでロバスト性のチェックが行われる。なお、これら各モデル式は、先の図 1 に示したデータベース 52 に記憶保持される。

【0088】ステップ 4000 では、これら 120 点の適合値が設定された制御マップを用いて、車両に搭載されたエンジンを制御することで、これら適合値の妥当性が評価される。この実車評価は、大きくは、以下の 2 つ理由により行われる。

【0089】まず第 1 に、先の図 1 に示したエンジン 10 をダイナモメータ 31 と接続したテストベンチ上にて行われる適合が、実車走行環境において同様の特性を示さないことがあるという理由である。すなわち、例えば実車両はその構造に特有の共振点を有するために、特定の領域でのエンジンのトルク変動がこの車両に固有の共振点と一定してしまうことがある。この場合、テストベンチにてトルク変動が所定値以下に収まったとしても実際にエンジンを車両に搭載して走行試験を行う場合、このトルク変動が所定値を上回るおそれがある。こうした場合には、実車評価によってエンジンの制御パラメータの適合値を修正する。

【0090】また、第 2 の理由として、上記各適合値は、エンジン 10 の所定の定常的な運転状態において最適な制御値として算出されたものであり、実際の走行中に行われるエンジンの制御を反映したものではないという点が挙げられる。このため、例えば所定の走行条件における燃料消費量を最小化するなどの要求によって、テストベンチ上で求められた適合値を微調整することが望ましい場合がある。

【0091】すなわち、例えば排気通路に NOx 吸蔵還元型の触媒を用いたエンジンにおいては、排気中の NOx を同触媒内に吸蔵するとともに、その吸蔵量が所定量に達すると排気通路に未燃ガスを排出することで、NOx を還元する制御を行う。こうした制御における未燃ガ

スを排出するタイミングは、通常、上記算出された制御マップに基づいて、NOx の吸蔵量を推定算出することで行われる。すなわち、上記テストベンチでの適合によって、制御マップの適合値に対応したエンジン特性値のデータが存在するために、これに基づいて、NOx 吸蔵量を推定することができる。

【0092】ただし、実走行試験に用いた所定の走行条件下、上記未燃ガスを排出するタイミングを変更することによって燃料消費量を更に削減することができる場合などには、テストベンチ上で算出された上記適合値を微妙に修正することで、同走行条件における燃料消費量を削減することが望ましい。

【0093】こうした理由から行われる実車評価は、具体的にはまず、車載エンジンに接続された ECU に、上記テストベンチでの計測から求められた適合値が設定された制御マップを導入する。更に、エンジンの制御態様とそのときのエンジンの各種特性値との関係を把握するために、同 ECU には、先の図 1 に示したパネルチェッカー 34 が接続される。こうして車両の実走行試験を行いつつ、その間のエンジンの制御パラメータの値やエンジンの各種センサからの値がパネルチェッカー 34 にて実時間で取り込まれる。更に、例えばエンジンの排気通路のうち、上記 NOx 吸蔵還元型の触媒の下流側に NOx を検出するセンサを設ける等、実車評価のために専用のセンサが搭載されるなどして、パネルチェッカー 34 にはこの専用のセンサからの計測データも実時間で取り込まれる。

【0094】そして、実走行試験後、これら ECU や専用のセンサからパネルチェッカー 34 に取り込まれる計測データが取り出される。この計測データには、エンジンの運転状態と、そのときの各種制御パラメータの値及び各種エンジン特性値とが含まれるため、これに基づいて上記制御マップ内の適合値が適切なものか否かが評価される。

【0095】このように、実車評価を行うことで、テストベンチによる計測から求められた適合値を微調整することが望ましいと判断されると (図 6 のステップ 5000)、ステップ 6000 において各マップ点の要求条件が見直される。これにより、テストベンチ上のエンジンの各種出力と実車走行時とで差異が生じた場合や、実走行時の様々な制御から適合値の修正が望まれる場合に、各マップ点におけるエンジンの各種特性値に対する要求条件が設定し直される。

【0096】ここで、この適合値の見直しについて、上記 NOx を検出するセンサの検出結果に基づいて NOx 排出量が所定値を超えたときに行われる見直しを例として更に説明する。なお、ここで NOx 排出量が、所定値を超える可能性があるのは、上述した 2 つの理由のいずれかに起因する。すなわち、テストベンチ上で要求条件を満たしたとしても実走行試験時に満たさなくなること

があるという第1の理由に起因する場合もある。また、各適合点以外の点における制御パラメータの値に問題がある等、非定常な運転制御に起因するという第2の理由に起因する場合もある。

【0097】上記実走行試験に伴う計測データには、エンジン回転速度と負荷とで定まるエンジンの各運転状態と、そのときの各制御パラメータの値やNOx量の値との関係が含まれている。そこで、同NOx量に対して閾値を設定することで、同閾値を超えたときのエンジン回転速度及び負荷、更には制御パラメータの値が適宜の演算ツールによって算出される。

【0098】こうして算出されたエンジン回転速度及び負荷、更には制御パラメータの値は、上記120点からなるマップ点のいずれかとは限らない。これは、実際のエンジン制御においては、エンジンの運転状態が各マップ点の間の値に対応するときには、適合値の値を補間する制御がなされているためである。そこで、これら算出されたエンジン回転速度及び負荷、更には制御パラメータの値に基づいて、NOx量が閾値を超えるエンジン制御にかかわった適合値を算出するとともに、それら各適合値の寄与率を考慮する。そして、これら寄与率の考慮に基づいて、当該適合値に対する要求条件の再設定を行う。

【0099】そして、この要求条件の再設定が行われるとステップ3000に戻り、この要求条件に基づいて再度適合値が算出される。これについては、先の図1に示した操作部60から解析ツール50に新たに設定された要求条件が入力されるとともに、データベース52から上記各マップ点のうち、要求条件に変更があった点に対応したモデル式が入力される。そして、入力されたモデル式を用いて、解析ツール50では、新たな適合値が算出される。

【0100】こうして新たな適合値が算出されると、再度実車評価が行われる(ステップ4000及びステップ5000)。こうしたステップ3000~6000の処理は、算出される適合値が実車評価を満足するまで繰り返行われる。そして、実車評価を満足すると判断されると、そのときの適合値が最終的な適合値として決定され(ステップ7000)、本実施形態にかかるエンジン制御パラメータの適合にかかる一連の処理が終了される。

【0101】以上説明した本実施形態によれば、以下の効果が得られるようになる。

(1) テストベンチ上での計測値に基づいて各マップ点毎に算出されたモデル式から適合値を算出するとともに、このモデル式をデータベース52に記憶保持しておくようにしたこと、算出された適合値を修正する必要があるときに、再計測を行わず、要求条件を設定し直すだけで再度適合値を算出することができる。

【0102】(2) 実車走行時において、エンジン回転

速度及び負荷と、各種制御パラメータの値及びエンジンの各種特性値との関係を実時間で計測する構成とした。これにより適合値の評価及び要求条件の見直しが容易となる。

【0103】(3) 全マップ点におけるエンジン10の各種特性値の計測を行う前に、代表点13点についての同特性値の計測を行い、その計測結果に基づいて全マップ点での適合値を推定するようにした。そして、この推定された適合値及びその近傍に制御パラメータの値を設定してエンジン10の各種特性値を計測するようにした。このため、制御パラメータとエンジン特性値との間の関係を低次のモデル式にて精度よく近似することができるようになる。

【0104】(4) 成層燃焼領域を、それぞれ特性の異なるアイドル近傍領域、レーシング発進領域、常用領域の3つの領域に分割し、これら各領域毎にエンジン特性に対して各異なる要求条件を設定した。これにより、適合値の算出を所望するエンジンの運転領域内においてエンジンの特性が著しく異なる場合であれ、適合値を的確に求めることができるようになる。また、これら各運転領域毎に、エンジンの特性の運転状態と各制御パラメータの適合値との間の関係を定める予測式を設定した。これにより、上記予測式を低次の多項式で表現した場合であれ、簡易に精度のよい式を得ることができる。

【0105】(5) メンバーシップ関数を定義して、アイドル近傍領域、レーシング発進領域、常用領域の3つの領域の境界近傍における適合値を滑らかにつなぐようにした。したがって、これら境界近傍において推定される適合値についても、このメンバーシップ関数を用いることで、領域間の移行に伴う同適合値の急激な変化を回避することができる。

【0106】(6) 13点からなる代表点及び120点からなる全マップ点における適合値が算出されると、計測値、適合値及び適合値の算出に用いたモデル式を各点毎に表示器51によって表示することとした。これにより、解析ツール50によりロバスト性に乏しく適合値としてふさわしくない点が算出された場合であれ、ロバスト性のチェックを行うことでこれを排除することができる。

【0107】(第2の実施形態) 以下、本発明にかかるエンジン制御パラメータの適合方法の第2の実施形態について、上記第1の実施形態との相違点を中心に説明する。

【0108】上記第1の実施形態においては、予め制御パラメータの値を適合値近傍領域に絞り込んで計測を行う代表点の数を極力少なくすることで、適合工数を削減するようにした。ただし、代表点の数を削減すると、上記各領域毎に算出される予測式の精度が、代表点の各点に大きく依存するようになる。

【0109】これに対し本実施形態では、代表点の計測

に基づいて上記各領域毎に3つの予測式が算出されると、120点からなる全マップ点の中からランダムに選択された1点における適合値を、その該当する領域の予測式を用いて推定するようにする。次に、制御パラメータの値を、この推定された適合値及びその近傍に設定してエンジンの各種特性値の計測を行う。そして、この計測結果に基づいて対応する領域において定義された予測式を再度算出する。そして、それまで計測に用いられなかった任意の1点がランダムに選択され、再度算出された予測式に基づいて適合値を推定する。このように、新たに1点の計測がなされる度に、その計測結果に基づいて予測式を更新する。

【0110】上記態様にて新たな計測が行われる度に、計測点に対応した領域において定義される予測式を更新し、この更新された予測式を用いてこれから計測を行う点での適合値を推定することで、はじめに選択した代表点への依存性を的確に緩和することができる。なお、この予測式の算出に関しては、最小2乗法等、統計的に外れた値の影響を抑制することのできる任意の手法を用いることができる。

【0111】更に、本実施形態では、各領域毎に算出される予測式から推定される適合値がそれら領域間の境界近傍において急激に変化することのないように設けられるメンバーシップ関数を、各領域間の境界近傍のマップ点における計測がなされる度に、その計測結果を用いて更新する。これにより、エンジンの種類にかかわらず、適合値の推定を更に精度よく行うことができる。なお、予め定義されたメンバーシップ関数の値が「1」以下となる領域を、各領域間の境界近傍の領域として定義する。

【0112】また通常、上述したアイドル近傍領域、レーシング先進領域、常用領域の各領域の境界は、エンジンの種類毎に異なる。そしてこの各領域の境界は、計測前には最適な値に設定することができないことがある。この場合には、前記メンバーシップ関数も漠然とした値としてしか定義することができない。

【0113】これに対し、本実施形態では、これら領域の境界近傍に位置する新たなマップ点が計測される度に、この新たに追加された計測データと、それまでに計測されたデータのうちの境界近傍のデータとを用いてメンバーシップ関数が更新される。このように、エンジンの種類によってその適切な値が異なる場合であれ、メンバーシップ関数を予め予測して設定するとともに、同関数を用いて新たに得られる計測データによって、その都度更新されるメンバーシップ関数を用いることで、更に適合値を精度よく推定することができるようになる。

【0114】なお、境界近傍において新たに計測がなされた場合には、メンバーシップ関数を更新する都合上、本実施形態においては、この場合の予測式の更新は行わないこととする。

【0115】ここで、本実施形態における全マップ点の計測手順について、図9を参照しつつ説明する。図9は、本実施形態における全マップ点計測手順の一部を示すフローチャートである。

【0116】すなわち、先に示した図7のステップ400において、13点からなる各代表点の最適値に基づいて、上記領域別の予測式が算出されると、例えば先の図1に示した条件設定ツール53において、計測されていない任意の1点がランダムに選択される（ステップ700）。なお、この選択された点に対しては、上記条件ファイルが用意される。

【0117】これに対して、上記解析ツール50では、上記選択された点が属する領域の予測式及びメンバーシップ関数を用いて、同選択された点における推定適合値を算出する（ステップ710）。

【0118】そして、こうして推定適合値が算出されると、上記条件設定ツール53では、対応する条件ファイルに、この推定適合値をセンターポイントとして書き込む。更に、同条件ファイルには、先の図2に示した直交表に基づいて、計測に用いる制御パラメータの値も書き込まれる。こうして制御パラメータの値が書き込まれた条件ファイルは、上記自動計測装置33に転送される。自動計測装置33では、条件ファイルに従った計測を実行し、その計測データは上述したように上記サーバ40に自動登録される（ステップ720）。

【0119】こうして、新たに計測データが得られると、上記解析ツール50では、計測データをサーバ40から、また、対応する条件ファイルを自動計測装置33から読み出し、これらに基づいて上記(a1)～(a3)のいずれか1つのモデル式を求める（ステップ730）。

【0120】また、モデル式を求めた解析ツール50では、予め操作部60を介して外部から入力されている要求条件とこのモデル式とから適合値を算出する（ステップ740）。

【0121】そして、この新たに得られた適合値が、上記3つの領域の境界近傍のマップ点のものであると判断されると（ステップ760）、上記解析ツール50では、それまでに算出された適合値に基づいてメンバーシップ関数を更新する（ステップ770）。一方、新たに得られた適合値が、上記3つの領域の境界近傍のマップ点のものではないと判断されると（ステップ760）、解析ツール50では、上記予測式を更新する（ステップ780）。

【0122】この一連の処理は、全マップ点の計測が終了するまで行われる（ステップ750）。そして本実施形態の場合、この一連の処理によって全マップ点の計測が終了された時点で、それら各マップ点に対応するモデル式の算出と同モデル式による制御パラメータの適合値の算出とが共に完了される。このため、その後は、先の

図6のステップ4000以降の処理を通じて、第1の実施形態と同様の評価、あるいはその評価に基づく要求条件の見直し等が繰り返される。

【0123】以上説明した本実施形態によれば、先の第1の実施形態の上記(1)～(6)の効果あるいはそれに準じた効果に加えて、更に以下の効果が得られるようになる。

【0124】(7)境界近傍以外の領域に属するマップ点を新たに一点計測する度に、この計測結果に基づいて上記予測式を更新するようにしたことで、予測式に基づく適合値の推定をいっそう精度よく行うことができるようになる。

【0125】(8)3分割された領域の境界近傍のマップ点を新たに計測する度に、この計測結果に基づいて上記メンバーシップ関数を更新するようにしたことで、メンバーシップ関数に基づく適合値の推定をいっそう精度よく行うことができるようになる。また、計測によって最終的に得られるメンバーシップ関数から、対象となるエンジンの特性について把握することもできる。このため、類似したエンジンを新たに開発した場合には、その適合時において、適切なメンバーシップ関数を初期条件として設定することができる。

【0126】なお、上記第2の実施形態は以下のように変更して実施することもできる。

・上記ステップ730において、計測点が少なくモデル式を算出することができないと判断される場合には、ステップ700の処理に戻るようにすることもでき、むしろその方が望ましい。ただし、先の図7に示したステップ400までの処理による計測結果を用いるなどすることで、こうした処理を回避することもできる。

【0127】・マップ点が計測される度に予測式を更新することで適合値が的確に推定できる場合、領域間の境界近傍のマップ点が計測される度にメンバーシップ関数を更新する処理については、これを割愛することもできる。

【0128】・また、予測式自体の信頼度を確保することができる場合には、領域間の境界近傍のマップ点が計測される都度、メンバーシップ関数を更新する処理のみを行うようにしてもよい。

【0129】・上記実施形態では、予測式を用いて適合値の推定を行う点を、120点の中からランダムに選択する構成としたが、予め何らかの意図的な順序づけをして、それに基づいて適合値の推定を行うようにしてもよい。

【0130】・上記実施形態では、予測式を用いて適合値の推定及びそれに基づく計測を1点毎に行うこととしたが、複数点毎に行うなどしてもよい。その他、上記各実施形態に共通して変更可能な要素としては、以下のものがある。

【0131】・先の図6に示したステップ3000の処

理として上記データベース52にモデル式を記憶する代わりに、ステップ1000で得られる計測結果を適宜のメモリに記憶保持し、ステップ6000において要求条件の見直しを行う場合には、この記憶保持した計測結果を用いて適合値を再度算出するようにしてもよい。

【0132】・ステップ4000の実車走行に伴う計測データから閾値を超えたマップ点を算出する適宜の演算ツール等、ステップ6000の要求条件の見直しを支援する手段を設けるものにも限らず、同計測データから自動的に要求条件を変更する演算ツールを設けるようにしてもよい。これは例えば、同計測データが予め設定された閾値を超えた場合に、その計測データと関連するマップ点到に課せられた要求条件を再設定するようにすればよい。

【0133】・また、実走行試験に代えて、テストベンチ上で、先の図6のステップ3000で算出された制御マップを用いたエンジン制御を行う走行試験を行うなどしてもよい。

【0134】・更に、計算機にて複雑な運転制御のシミュレーションを行うことができる場合には、先の図6に示したステップ4000の処理の代わりに、計算機上でのシミュレーションを行ってもよい。これによっても、例えば、上記NOx吸蔵還元触媒に吸蔵されるNOx量を算出するなどして、所定の走行条件下、未燃ガスの排出タイミングを把握することができ、上記各実施形態に準じた態様にて同走行条件下における消費燃料量をより少なくするための適合値の見直し等を行うことができる。

【0135】・成層燃焼領域の3分割された各領域の境界において、特定の領域に属する予測式を用いるなどすることで適切な推定値を得ることができる場合には、必ずしも上記メンバーシップ関数を定義しなくてもよい。

【0136】・上記代表点の取り方やその数等は任意である。また、先の図7に示したステップ400における予測式の算出態様も上記実施形態で例示したものには限られない。

【0137】・先の図6に示したステップ300(ただし、ステップ6000における見直し前)、図7に示したステップ300においては、上記分割された領域毎に設定された要求条件に基づいて適合値を算出したが、各点毎に要求条件を可変としてもよい。

【0138】・上記各実施形態で例示したモデル式や予測式は、これに限られない。例えば、高次のモデル式を用いることで計測領域の絞り込み条件を緩和したりするなど、適宜変更して実施してもよい。

【0139】・実車走行試験等による要求条件の見直しに伴い適合値を再度算出する処理に関しては、必ずしも先の図7に示した一連の処理手順に従わずとも、任意の手法にて計測された120点の計測点及び同計測点に基づき算出されたモデル式の少なくとも一方を記憶保持し



ておくことで、再度適合値を算出する際の工数を削減することはできる。

【0140】・120点の計測を行う際には、エンジンの特性や用いる予測式の次数によって代表点の計測結果に基づいて十分に信頼できる1つの予測式が算出できるなら、必ずしも3分割された領域毎に各別に上記予測式を設定せずとも、同予測式に基づく推定適合値及びその近傍の値においてエンジンの各種特性値を計測することで120点の各点における計測数を削減しつつも精度を向上させることはできる。

【0141】・また、120点の全点を含む運転条件下においてエンジンの特性が近似するなどの理由からエンジン特性に対する要求条件を同一に設定した場合にも、上記予測式を1つのみ設定するようにすることができる場合がある。この場合にも、同予測式に基づく推定適合値及びその近傍の値においてエンジンの各種特性値を計測することで120点の各点における計測数を削減しつつも精度を向上させることができる。

【0142】・要求条件を与えたときに速やかに適合値を算出する際には、予測式による計測領域の絞り込み処理とは独立に、上記領域毎での要求条件の設定が有効である。すなわち、上述したように領域毎にエンジンの特性が異なる場合には、同一の要求条件を課すと同条件を満たす解が存在しないおそれがあり、適合に時間がかかる。これに対して、分割された領域毎に要求条件を設定することで、適合値の算出を迅速化することができる。

【0143】・各異なるエンジンの要求条件を設定するエンジンの運転領域の分割態様については、先の図4に示したものに限られず、エンジンの特性に応じてその分割する数等を適宜設定すればよい。

【0144】・更にこの場合、分割されたエンジンの運転領域毎に各別に設定された要求条件を満たす適合値を算出した後、先の図6に示したステップ4000からステップ6000の要求条件の見直し処理を行うか、上記各変形例において例示した同処理に準じた処理を行うかするなら、最終的に各マップ点毎に各異なる要求条件を満たす最適な適合値を得ることができる。

【0145】・120点からなる制御マップを用いる代わりに、運転状態と制御パラメータとの関係を定めたモデル式を用いてECUの制御が行われるものに対しても本発明のエンジン制御パラメータの適合方法及び適合システムは有効である。すなわちこの場合、例えば成層燃焼領域において上記アイドル領域及びレーシング発進領域、常用領域の3つの領域毎にモデル式を設定するなら、低次のモデル式において制御パラメータの適合値を精度よく表現することができる。

【0146】更には、同モデル式を算出する際に、代表点の計測等から予備的にモデル式を求めた後、(イ)モデル式を用いて任意の点において推定される適合値を算出する、(ロ)この算出された適合値及びその近傍に制

御パラメータを設定してエンジンの各種特性値の計測を行う、(ハ)同計測結果に基づいて上記(a1)~(a3)の式を作成し、これから上記点における適合値を算出する、(ニ)算出された適合値を用いてモデル式を更新する、という(イ)~(ニ)の工程を繰り返すことで同モデル式の精度を向上させることもできる。なお、予備的なモデル式は、代表点計測によって得る代わりに、例えば類似エンジンにおいて用いられたモデル式を用いるなどしてもよい。

【0147】・その他、エンジンの各種特性値の計測態様等も任意である。すなわち、先の図1に示したECU30からパネルチェッカーに各種データが取り込まれる構成である必要もなく、例えば、専用のセンサからの計測結果が直接自動計測装置33に供給されるようにするなど、適宜変更して実施することもできる。

【0148】・適合パラメータは、上記各実施形態において例示したものに限られない。他に例えば、エンジン10の燃焼室13に噴射される燃料の燃圧等のパラメータを適宜導入することができる。

【0149】・また、要求条件が課されるエンジンの各種特性値も、上記各実施形態で例示したNOx、トルク変動量、消費燃料量に限られない。

・上記各実施形態では、筒内噴射式ガソリンエンジンにおける成層燃焼領域の制御パラメータの適合に本発明の適合方法及び適合システムを適用したが、他のエンジン制御パラメータの適合にも同様に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかるエンジン制御パラメータの適合システムの実施形態についてその全体構成を示すブロック図。

【図2】同実施形態のシステムにおいて各種エンジン特性値の計測時に用いる制御パラメータの設定態様を示す図。

【図3】複雑な関数を低次のモデル式で近似する例を示す図。

【図4】筒内噴射式ガソリンエンジンにおける成層燃焼運転領域の分割態様及びそれら分割領域における運転条件代表点を例示する図。

【図5】上記領域間の境界近傍の適合値をファジィ推論するためのメンバーシップ関数の一例を示す図。

【図6】本発明にかかるエンジン制御パラメータの適合方法の実施形態についてその制御パラメータの適合手順を示すフローチャート。

【図7】本発明にかかるエンジン制御パラメータの適合方法の第1の実施形態の適合方法におけるエンジンの各種特性値の計測手順を示すフローチャート。

【図8】同実施形態の適合方法における適合値の算出態様の一例を示すグラフ。

【図9】本発明にかかるエンジン制御パラメータの適合

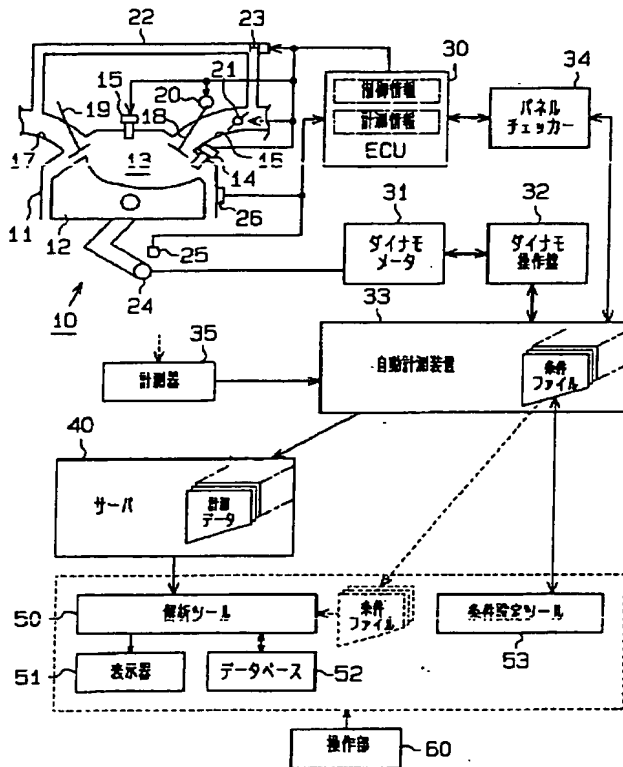
方法の第2の実施形態におけるエンジンの各種特性値の計測手順を示すフローチャート。

【符号の説明】

10…エンジン、11…シリンダ、12…ピストン、13…燃焼室、14…インジェクタ、15…点火プラグ、16…吸気通路、17…排気通路、18…吸気バルブ、19…排気バルブ、20…可変バルブタイミング機構、

21…電子制御スロットル、22…EGR通路、23…EGRバルブ、24…出力軸、25…回転速度センサ、26…水温センサ、30…電子制御装置、31…ダイナモメータ、32…ダイナモ操作盤、33…自動計測装置、34…パネルチェッカー、35…計測器、40…サーバ、50…解析ツール、51…表示器、52…データベース、53…条件設定ツール、60…操作部。

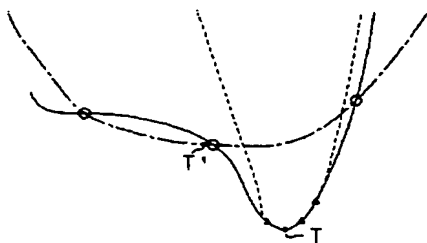
【図1】



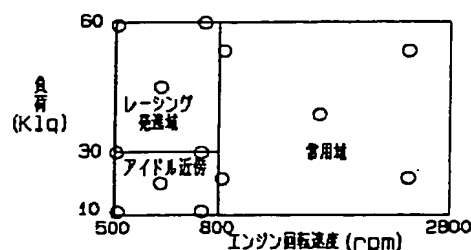
【図2】

	y	v	w	x	z
1	0	0	0	0	0
2	-1	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0
4	0	-1	0	0	0
5	0	1	0	0	0
6	0	0	-1	0	0
7	0	0	1	0	0
8	0	0	0	-1	0
9	0	0	0	1	0
10	0	0	0	0	-1
11	0	0	0	0	1
12	0	0	0	0	0
13	1	-1	-1	-1	-1
14	-1	-1	-1	1	-1
15	-1	-1	-1	-1	1
16	1	-1	-1	1	1
17	-1	1	-1	-1	-1
18	1	1	-1	-1	+1
19	1	-1	1	-1	1
20	-1	-1	1	-1	-1
21	1	1	-1	1	-1
22	-1	1	-1	1	1
23	-1	-1	1	1	1
24	1	-1	1	1	-1
25	-1	1	1	-1	1
26	1	1	1	-1	-1
27	-1	1	1	1	-1
28	1	1	1	1	1
29	0	0	0	0	0

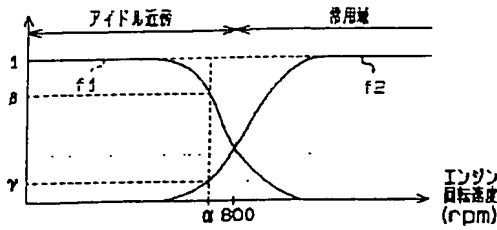
【図3】



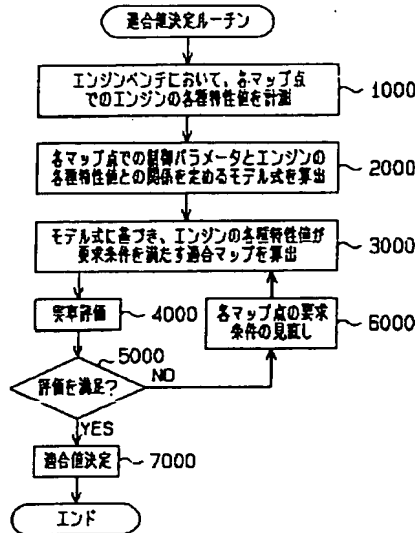
【図4】



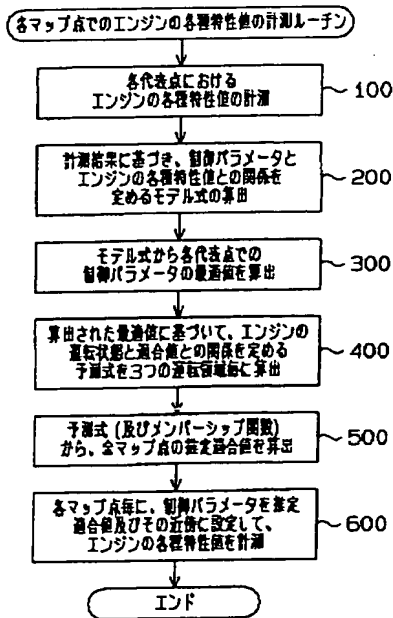
【図 5】



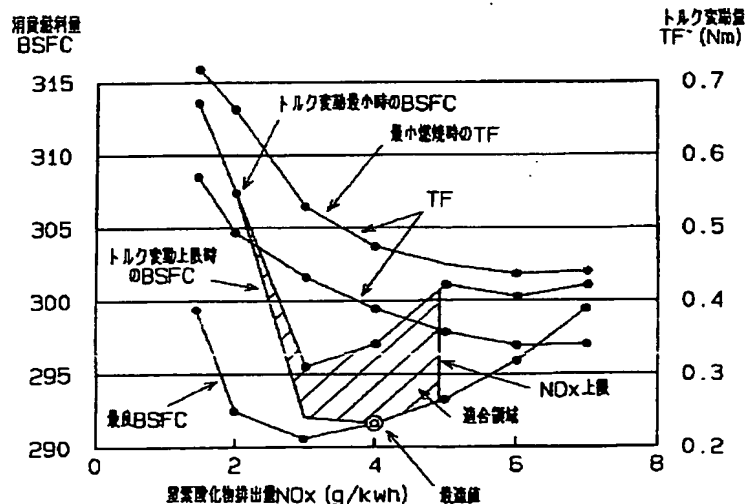
【図 6】



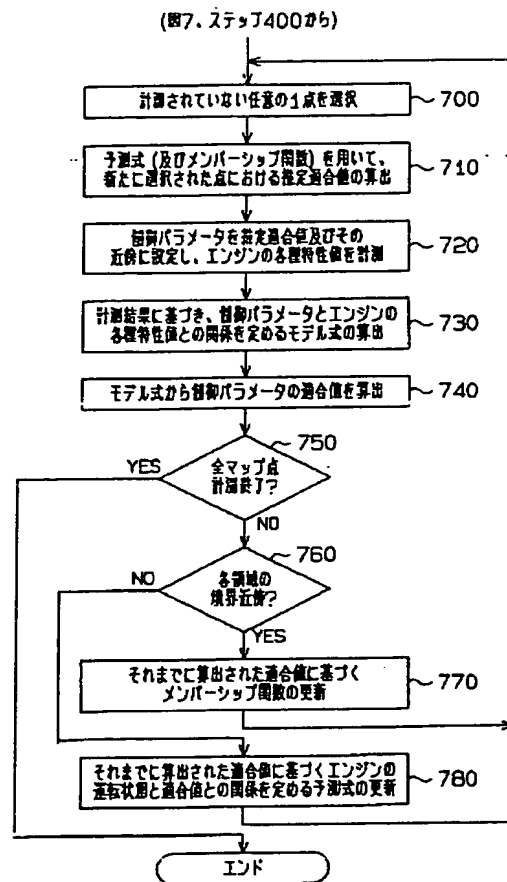
【図 7】



【図 8】



【図9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G084 DA00 DA04 DA25 EA11 EB02  
 EB08 EB10 FA13 FA28 FA32  
 5H004 GB12 HA04 HB01 HB02 HB04  
 HB08 KC22 KC32 KC35 LA05  
 MA50